

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-125294

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl.

H04N 7/24

H03M 7/30

H04N 1/41

(21)Application number : 10-294031

(71)Applicant : SONY CORP

UNIV TOKYO METROPOLITAN

TAKAYA HITOSHI

(22)Date of filing : 15.10.1998

(72)Inventor : FUKUHARA TAKAHIRO

KIMURA SEIJI

TAKAYA HITOSHI

(54) WAVELET DECODER AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To decode an image signal that is compression-coded by adopting wavelet transform for the transform system with resolution of an optional rational number.

SOLUTION: The decoder is provided with an entropy decoding section 1 that applies entropy decoding to a coded bit stream 100, an inverse quantization section 2 that applies inverse quantization to a quantization coefficient 101 to output a transform coefficient 102, a transform coefficient inverse scanning section 3 that scans the transform coefficient 102 by a prescribed method to rearrange the transform coefficients, and a wavelet inverse transform section 4 that applies inverse transform to the transform coefficient 108 to provide a decoded image 104. The wavelet inverse transform section 4 has a band limit means of the transform coefficient in response to a resolution transform magnification and configures an up-sampler, a down-sampler, and a composite filter adaptively according to the prescribed resolution transform magnification.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is wavelet decryption equipment which is equipped with the following and characterized by the above-mentioned wavelet inverse transformation means constituting a rise sampler, a down sampler, and a synthetic filter in adaptation according to a predetermined resolution conversion scale factor. An entropy decryption means to carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and to send out a quantization coefficient A reverse quantization means to reverse-quantize the above-mentioned quantization coefficient and to send out a transform coefficient The transform coefficient reverse scanning means which scans the above-mentioned transform coefficient by the predetermined method, and rearranges a transform coefficient A wavelet inverse transformation means to transform inversely the transform coefficient rearranged the account of a top, and to offer a decode picture

[Claim 2] The above-mentioned wavelet inverse transformation means is wavelet decryption equipment according to claim 1 characterized by combining with reduction percentage and excluding a decryption of the high-frequency component in predetermined level in case resolution is reduced and transformed inversely.

[Claim 3] The resolution of the high-frequency component to exclude is wavelet decryption equipment according to claim 2 characterized by being smaller than the resolution given with the above-mentioned reduction percentage, or being equivalent the account of a top.

[Claim 4] Wavelet decryption equipment according to claim 1 characterized by arranging a down sampler in the last stage, thinning out the above-mentioned decode picture in it, and presenting it with a final decode picture.

[Claim 5] Wavelet decryption equipment according to claim 1 characterized by arranging a rise sampler and a synthetic filter in the latter part, generating a resolution resolution picture, arranging a down sampler in the subsequent last stage, thinning out a decode picture, and offering a final decode picture.

[Claim 6] The above-mentioned rise sampler is wavelet decryption equipment according to claim 5 characterized by raising the resolution of lengthwise or a longitudinal direction to double precision.

[Claim 7] The above-mentioned rise sampler and a synthetic filter are wavelet decryption equipment according to claim 5 which constructs and comes out and is characterized by a certain thing one.

[Claim 8] Wavelet decryption equipment which arranges a rise sampler and a synthetic filter and is characterized by the bird clapper until it has the following and the synthetic picture of a predetermined dilation ratio is acquired by the latter part of the above-mentioned wavelet inverse transformation means. An entropy decryption means to carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and to send out a quantization coefficient A reverse quantization means to reverse-quantize the above-mentioned quantization coefficient and to send out a transform coefficient The transform coefficient reverse scanning means which scans the above-mentioned transform coefficient by the predetermined method, and rearranges a transform coefficient A wavelet inverse transformation means to transform inversely the transform coefficient rearranged the account of a top, and to offer a decode picture

[Claim 9] The above-mentioned rise sampler is wavelet decryption equipment according to claim 8 characterized by raising the resolution of lengthwise or a longitudinal direction to double precision.

[Claim 10] The above-mentioned rise sampler and a synthetic filter are wavelet decryption equipment according to claim 8 characterized by arranging only for the low-pass component of a picture.

[Claim 11] The above-mentioned synthetic filter is wavelet decryption equipment according to claim 8 characterized by being the same synthetic filter as what is used in the preceding paragraph.

[Claim 12] The above-mentioned synthetic filter is wavelet decryption equipment according to claim 8 characterized by being a different synthetic filter from what is used in the preceding paragraph.

[Claim 13] Wavelet decryption equipment according to claim 1 characterized by constituting a rise sampler and a synthetic filter in multi-stage at the latter part.

[Claim 14] The above-mentioned rise sampler and a synthetic filter are wavelet decryption equipment

according to claim 13 characterized by arranging only to the low-pass component side of a picture.

[Claim 15] The above-mentioned rise sampler is wavelet decryption equipment according to claim 13 characterized by raising resolution for the resolution of lengthwise or a longitudinal direction to double precision.

[Claim 16] The above-mentioned synthetic filter is wavelet decryption equipment according to claim 13 characterized by being the same synthetic filter as what is used in the preceding paragraph.

[Claim 17] The above-mentioned synthetic filter is wavelet decryption equipment according to claim 13 characterized by being a different synthetic filter from what is used in the preceding paragraph.

[Claim 18] Wavelet decryption equipment according to claim 13 characterized by equipping the last stage with the down sampler.

[Claim 19] The above-mentioned rise sampler and a down sampler are wavelet decryption equipment according to claim 1 characterized by the bird clapper from a digital filter.

[Claim 20] It is wavelet decryption equipment which is equipped with the following and characterized by the above-mentioned wavelet inverse transformation means carrying out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor with either or two or more combination of a digital filter, a down sampler, and a rise sampler. An entropy decryption means to carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and to send out a quantization coefficient A reverse quantization means to reverse-quantize the above-mentioned quantization coefficient and to send out a transform coefficient The transform coefficient reverse scanning means which scans the above-mentioned transform coefficient by the predetermined method, and rearranges a transform coefficient A wavelet inverse transformation means to transform inversely the transform coefficient rearranged the account of a top, and to offer a decode picture

[Claim 21] The inverse transformation picture before [above] resolution conversion is carried out is wavelet decryption equipment according to claim 20 which is a scale factor with the nearest resolution conversion scale factor more greatly than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor, and is characterized by being transformed inversely.

[Claim 22] The inverse transformation picture before [above] resolution conversion is carried out is wavelet decryption equipment according to claim 20 characterized by carrying out resolution conversion in the turn of a rise sampler, a digital filter, and a down sampler.

[Claim 23] The above-mentioned digital filter is wavelet decryption equipment according to claim 20 characterized by what it can separate into the transfer function for expansion processing, and the transfer function for reduction, and is expressed with the form of both product.

[Claim 24] It is wavelet decryption equipment according to claim 20 characterized by expressing the transfer function of the above-mentioned digital filter with the product of the transfer function of a pixel repeat when a rise sampled value is larger than a down sampled value.

[Claim 25] It is wavelet decryption equipment according to claim 20 characterized by expressing the transfer function of the above-mentioned digital filter with the product of the transfer function of a pixel repeat, and the transfer function of a pixel average when a rise sampled value is smaller than a down sampled value.

[Claim 26] The wavelet decryption method of transforming inversely the transform coefficient which carried out the entropy decryption of the coding bit stream, sent out the quantization coefficient, reverse-quantized the above-mentioned quantization coefficient, sent out the transform coefficient, scanned the above-mentioned transform coefficient with the predetermined method, rearranged the transform coefficient, and was rearranged the account of a top, generating a decode picture, and carrying out carrying out a rise sampling, a down sampling, and synthetic filtering in adaptation according to a predetermined resolution conversion scale factor as the feature in the case of the above-mentioned wavelet inverse transformation.

[Claim 27] The wavelet decryption method according to claim 26 characterized by combining with reduction percentage and excluding a decryption of the high-frequency component in predetermined level in case resolution is reduced and transformed inversely in the above-mentioned wavelet inverse transformation.

[Claim 28] The resolution of the high-frequency component to exclude is the wavelet decryption method according to claim 27 characterized by being smaller than the resolution given with the above-mentioned reduction percentage, or being equivalent the account of a top.

[Claim 29] The wavelet decryption method according to claim 26 characterized by performing a down sampling in the last stage, thinning out the above-mentioned decode picture, and offering a final decode picture.

[Claim 30] The wavelet decryption method according to claim 26 characterized by performing rise

sampling and synthetic filtering in the latter part, generating a resolution resolution picture, performing a down sampling in the subsequent last stage, thinning out a decode picture, and offering a final decode picture.

[Claim 31] The wavelet decryption method according to claim 30 characterized by raising the resolution of lengthwise or a longitudinal direction in the above-mentioned rise sampling to double precision.

[Claim 32] The above-mentioned rise sampling and synthetic filtering are the wavelet decryption method according to claim 30 which constructs and comes out and is characterized by a certain thing one.

[Claim 33] The wavelet decryption method of carrying out carrying out a rise sampling and synthetic filtering until it transforms inversely the transform coefficient which carried out the entropy decryption of the coding bit stream, sent out the quantization coefficient, reverse-quantized the above-mentioned quantization coefficient, sent out the transform coefficient, scanned the above-mentioned transform coefficient by the predetermined method, rearranged the transform coefficient, and was rearranged the account of a top, it generates a decode picture and the synthetic picture of a dilation ratio predetermined in the latter part of the above-mentioned wavelet inverse transformation is acquired as the feature.

[Claim 34] The wavelet decryption method according to claim 33 characterized by raising the resolution of lengthwise or a longitudinal direction in the above-mentioned rise sampling to double precision.

[Claim 35] It is the wavelet decryption method according to claim 33 characterized by performing the above-mentioned rise sampling and synthetic filtering only for the low-pass component of a picture.

[Claim 36] The above-mentioned synthetic filtering is the wavelet decryption method according to claim 33 characterized by being the same synthetic filtering as what is performed in the preceding paragraph.

[Claim 37] The above-mentioned synthetic filtering is the wavelet decryption method according to claim 33 characterized by being different synthetic filtering from what is performed in the preceding paragraph.

[Claim 38] The wavelet decryption method according to claim 26 characterized by performing rise sampling and synthetic filtering to multi-stage in the latter part.

[Claim 39] It is the wavelet decryption method according to claim 38 characterized by performing the above-mentioned rise sampling and synthetic filtering only to the low-pass component side of a picture.

[Claim 40] The wavelet decryption method according to claim 38 characterized by raising resolution for the resolution of lengthwise or a longitudinal direction in the above-mentioned rise sampling to double precision.

[Claim 41] The above-mentioned synthetic filtering is the wavelet decryption method according to claim 38 characterized by being the same synthetic IRUTA ring as what is performed in the preceding paragraph.

[Claim 42] The above-mentioned synthetic filtering is the wavelet decryption method according to claim 38 characterized by being different synthetic filtering from what is performed in the preceding paragraph.

[Claim 43] The wavelet decryption method according to claim 38 characterized by performing a down sampling in the last stage.

[Claim 44] The above-mentioned rise sampling and a down sampling are the wavelet decryption method according to claim 26 characterized by being digital-filtering processing.

[Claim 45] Carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and a quantization coefficient is sent out. Reverse-quantize the above-mentioned quantization coefficient, send out a transform coefficient, scan the above-mentioned transform coefficient by the predetermined method, and a transform coefficient is rearranged. The transform coefficient rearranged the account of a top is transformed inversely, and a decode picture is generated. in the case of the above-mentioned wavelet inverse transformation The wavelet decryption method characterized by carrying out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor with either or two or more combination of digital filtering, a down sampling, and a rise sampling.

[Claim 46] The inverse transformation picture before [above] resolution conversion is carried out is the wavelet decryption method according to claim 45 which is a scale factor with the nearest resolution conversion scale factor more greatly than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor, and is characterized by being transformed inversely.

[Claim 47] The inverse transformation picture before [above] resolution conversion is carried out is the wavelet decryption method according to claim 45 characterized by carrying out resolution conversion in the turn of a rise sampler, a digital filter, and a down sampler.

[Claim 48] The above-mentioned digital filtering is the wavelet decryption method according to claim 45 characterized by what it can separate into the transfer function for expansion processing, and the transfer function for reduction, and is expressed with the form of both product.

[Claim 49] It is the wavelet decryption method according to claim 45 characterized by expressing the transfer function of the digital filtering concerned with the product of the transfer function of a pixel

repeat when the above-mentioned rise sampled value is larger than a down sampled value.

[Claim 50] It is the wavelet decryption method according to claim 45 characterized by expressing the transfer function of the digital filtering concerned with the product of the transfer function of a pixel repeat, and the transfer function of a pixel average when the above-mentioned rise sampled value is smaller than a down sampled value.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] The system which performs efficient transmission or accumulation of a picture can be presented with this invention, it inputs the bit stream especially encoded using wavelet transform coding, and relates to the wavelet decryption equipment and the method of realizing the decryption accompanied by resolution conversion of arbitrary rational-number twice.

[0002]

[Description of the Prior Art] As a conventional typical picture compression method, there is a JPEG (Joint Photographic Coding Experts Group) method standardized by ISO (International Organization for Standardization). This is a method which mainly carries out compression coding of the static-image signal using DCT (discrete cosine transform), and when a comparatively high bit is assigned, offering good coding and decode picture is known. However, when the coding number of bits is lessened to some extent in the case of the DCT concerned, a block distortion peculiar to DCT becomes remarkable, and degradation comes to be subjectively conspicuous.

[0003] Apart from this, a picture signal is divided into two or more bands recently using the filter which combined the high-pass filter called filter bank and the low pass filter, and research of the method which encodes for every bands of those prospers. Also in it, since there is no fault that block distortion becomes remarkable by the high compression which becomes a problem in DCT, wavelet coding is seen as a hopeful as new technology replaced with DCT.

[0004] Although JPEG and MPEG (Moving Picture image coding Experts Group) are used for a picture compression method and DCT is used for the conversion method with products, such as the present electronic still camera and a video movie, it is guessed from now on that the product which adopted the conversion method which used the above-mentioned wavelet transform as the base is what appears in a commercial scene.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although examination for the improvement in efficiency of a coding method is performed briskly [each research facilities], there is still little invention which aimed at the concrete commercial production in which the feature of wavelet transform was employed efficiently.

[0006] Moreover, on the property, although [the conventional wavelet transform and inverse transformation] cannot reduce resolution or it can be expanded only by the exponentiation of two (scaling), if the resolution of a subject-copy image becomes large, for example, it will be considered that the demand decoded in resolution other than the exponentiation of the above 2 also increases. That is, if it can decode now in the resolution of the arbitrary rational number which contains not only the exponentiation of 2 but except it (decryption), since being influenced by the constraint by the side of a terminal will be lost, it is thought that a use is circulated very much.

[0007] Then, the picture signal by which this invention was made in view of such a situation, wavelet transform was used for the conversion method and compression coding was made Decoding (decryption) is made possible in the resolution of an arbitrary rational number, without being influenced by the constraint by the side of a terminal. as the result For example, it enables it to perform efficiently storage and display of the so-called thumbnail picture used abundantly by the electronic still camera, the printer, etc., or the picture (picture reduced or expanded) which carried out resolution conversion of the subject-copy image. It aims at offering the wavelet decryption equipment and the method of making it possible to extend sharply the use use to various kinds of products.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The wavelet decryption equipment and the method of this invention Carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and a quantization coefficient is sent out. Reverse-quantize a quantization coefficient, send out a transform coefficient, scan a transform coefficient

by the predetermined method, and a transform coefficient is rearranged. The rearranged transform coefficient is transformed inversely and a decode picture is generated. in the case of wavelet inverse transformation By performing rise sampling, down sampling, and synthetic filtering in adaptation according to a predetermined resolution conversion scale factor, the decryption accompanied by resolution conversion of arbitrary rational-number twice is realized, and the technical problem mentioned above is solved.

[0009] Moreover, the wavelet decryption equipment and the method of this invention Carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and a quantization coefficient is sent out. Reverse-quantize a quantization coefficient, send out a transform coefficient, scan a transform coefficient by the predetermined method, and a transform coefficient is rearranged. By performing rise sampling and synthetic filtering until it transforms the rearranged transform coefficient inversely, it generates a decode picture and the synthetic picture of a dilation ratio predetermined in the latter part of wavelet inverse transformation is acquired The decryption accompanied by resolution conversion of arbitrary rational-number twice is realized, and the technical problem mentioned above is solved.

[0010] Moreover, the wavelet decryption equipment and the method of this invention Carry out the entropy decryption of the coding bit stream, and a quantization coefficient is sent out. Reverse-quantize a quantization coefficient, send out a transform coefficient, scan a transform coefficient by the predetermined method, and a transform coefficient is rearranged. The rearranged transform coefficient is transformed inversely and a decode picture is generated. in the case of wavelet inverse transformation The larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor By carrying out resolution conversion with either or two or more combination of digital filtering, a down sampling, and a rise sampling, the decryption accompanied by resolution conversion of arbitrary rational-number twice is realized, and the technical problem mentioned above is solved.

[0011] In addition, a rise sampling performs the operation which raises resolution. Specifically, pixel supplementation of a zero value is performed. On the other hand, a down sampling performs the operation which drops resolution. Specifically, it samples every several pixels. Digital filtering is expressed by the suitable transfer function, processes every several pixels, carries out the multiplication of the filter factor (impulse response) for every pixel, and has the operation which collapses and calculates this.

[0012]

[Embodiments of the Invention] The gestalt of desirable operation of this invention is explained referring to a drawing.

[0013] The gestalt of this invention operation is suitable for the system which performs efficient transmission or accumulation of a picture, the bit stream encoded especially using wavelet transform coding is inputted, and the wavelet decryption equipment and the method of realizing the decryption accompanied by resolution conversion of arbitrary rational-number twice are realized. As a concrete application, the stretcher of the texture used by compression and stretchers, such as an electronic camera, carrying and a mobile picture sender receiver terminal (PDA), a printer, a satellite image, and a medical picture, or the software module of those, the game, and 3-dimensional CG or its software module exists.

[0014] The whole wavelet decryption equipment composition of the gestalt of the 1 operation to which the wavelet decryption equipment and the method of this invention are applied is shown in drawing 1.

[0015] The wavelet decryption equipment of the gestalt of this invention operation shown in this drawing 1 comes to have in the entropy decryption section 1 which carries out the entropy decryption of the coding bit stream 100, the reverse quantization section 2 which reverse-quantizes the quantization coefficient 101 and sends out a transform coefficient 102, the transform coefficient reverse scanning section 3 which sends out the transform coefficient 103 which scanned and rearranged the transform coefficient 102 by the predetermined method, and the wavelet inverse-transformation section 4 which transforms the rearranged transform coefficient 103 inversely and offers the decode picture 104.

[0016] If it explains more concretely, the entropy decryption section 1 will perform a predetermined entropy decryption to the coding bit stream 100 sent out from wavelet coding equipment or the coding module. What is necessary is here, just to use the Huffman decryption and arithmetic decryption which are generally used as an entropy decryption. However, although it is natural, it is necessary to perform entropy-code-modulation processing performed with wavelet coding equipment, and corresponding technique.

[0017] The reverse quantization section 2 reverse-quantizes the quantization coefficient 101 which was decrypted by the entropy decryption section 1 and outputted, and outputs a transform coefficient 102. This reverse quantization section 2 also needs to perform operation of the quantization processing performed with wavelet coding equipment, and two sides of the same coin.

[0018] The transform coefficient reverse scanning section 3 rearranges the transform coefficient 102 obtained in the reverse quantization section 2, and outputs the new transform coefficient 103. The reverse scanning method here will perform reverse processing of the scanning processing performed with wavelet coding equipment.

[0019] The wavelet inverse transformation section 4 transforms a transform coefficient 103 inversely, and offers the final decode picture signal 104.

[0020] Here, with the wavelet decryption equipment of the gestalt of this invention operation, the resolution conversion function of an arbitrary rational-number scale factor is realized by arranging a rise sampler, a down sampler, and a synthetic filter in adaptation in the above-mentioned wavelet inverse transformation section 4 according to the scale factor of predetermined resolution conversion.

[0021] Before giving composition for resolution transform processing of the above-mentioned arbitrary rational-number scale factor in the wavelet decryption equipment of the gestalt of this operation, and detailed explanation of operation, drawing 6 is used from drawing 2 and the composition and operation for the usual wavelet transform processing and wavelet inverse transformation processing are explained below.

[0022] The fundamental composition of usual wavelet coding equipment is shown in drawing 2.

[0023] The wavelet coding equipment shown in drawing 2 has the wavelet transform section 5, the transform coefficient scanning section 6, the quantization section 7, and the entropy-code-modulation section 8 as the basic component.

[0024] The wavelet transform section 5 carries out wavelet transform of the inputted picture signal 105, and outputs the transform coefficient 106. The transform coefficient scanning section 6 rearranges the transform coefficient 106 from the wavelet transform section 5, and outputs the new transform coefficient 107. In addition, scanning in the transform coefficient reverse scanning section 3 of aforementioned drawing 1 is opposite rearrangement processing of scanning in the transform coefficient scanning section 6 concerned.

[0025] The quantization section 7 quantizes the transform coefficient 107 supplied from the transform coefficient scanning section 6, and outputs the quantization coefficient 108. In addition, processing in the reverse quantization section 2 of aforementioned drawing 1 accomplishes the processing and the pair in the quantization section 7 concerned.

[0026] The entropy-code-modulation section 8 gives predetermined entropy code modulation to the quantization coefficient 108 supplied from the quantization section 7, and outputs the coding bit stream 100 to it. In addition, processing in the entropy decryption section 1 of aforementioned drawing 1 corresponds with processing in the entropy-code-modulation section 8 concerned that what is necessary is just to use Huffman coding generally used and algebraic-sign-ization as entropy code modulation here.

[0027] The composition which performs the usual wavelet transform processing is shown in drawing 3. Some composition of this drawing 3 is the examples of composition in the case of performing octave division which is the most popular wavelet transform processing in the technique of existing over two or more level. In addition, in the case of drawing 3, the number of level is 3 (a level 1 - level 3), and the composition which divides a picture signal into low-pass and a high region, and divides only the signal by the side of low-pass hierarchical is taken. Moreover, at drawing 3, for convenience, although the wavelet transform processing about a 1-dimensional signal (for example, horizontal component of a picture) is mentioned as the example, it can respond to a two-dimensional picture signal by extending this to two-dimensional.

[0028] In drawing 3, first, band division is carried out by the low pass filter 81 for analysis, and the high-pass filter 82 for analysis, and, as for the input picture signal 105, resolution is thinned out 1/2 time, respectively by the down samplers 83 and 84 with which the signal by the side of low-pass [which was obtained] and the signal by the side of a high region correspond, respectively (level 1).

[0029] Band division of the signal by the side of low-pass is further carried out among the signals from the above-mentioned down samplers 83 and 84 by the low pass filter 85 for analysis, and the high-pass filter 86 for analysis. As for the signal acquired by these band division, resolution is further thinned out 1/2 time by the down samplers 87 and 88, respectively (level 2).

[0030] Band division of the signal by the side of low-pass is further carried out among the output signals from the above-mentioned down samplers 87 and 88 by the low pass filter 89 for analysis, and the high-pass filter 90 for analysis. As for these signals by which band division was carried out, resolution is further thinned out 1/2 time by the down samplers 91 and 92, respectively (level 3).

[0031] By performing such processing to predetermined level, the signal of each band which carried out band division of the signal by the side of low-pass hierarchical will be generated one by one. The example of drawing 3 shows that the LLL signal 109, the LLH signal 110, the LH signal 111, and the H signal 112 are generated, as a result of carrying out band division to level 3. In addition, it expresses that L of the

above-mentioned LLL signal 109 or the LLH signal 110 is a low-pass component, and expresses that H is a high-frequency component.

[0032] In drawing 4, the band component obtained as a result of carrying out band division of the two-dimensional picture to level 2 is illustrated. However, the notation of L and H in this drawing 4 differs from drawing 3 handling the 1-dimensional signal. In addition, as for that level and the vertical component of both LL in drawing 4 are L (low-pass), and LH, the horizontal component means that a vertical component is L (low-pass) by H (high region). Moreover, X_SIZE in drawing means vertical (the direction of X) resolution, and Y_SIZE means horizontal (the direction of Y) resolution.

[0033] That is, in this drawing 4, a two-dimensional subject-copy image is first divided into four components LL, LH, HL, and HH by band division (level and perpendicular direction) of a level 1, and, subsequently to four more components LLLL, LLHL, and LLLH and LLHH, LL component is divided by band division (level and perpendicular direction) of level 2.

[0034] The example of a picture at the time of applying band division of drawing 4 to an actual picture is shown in drawing 5, and, as for a picture, this drawing 5 shows that the information on the most is included in the low-pass component.

[0035] Next, the composition which performs the usual wavelet inverse transformation processing in which resolution conversion is not operated to drawing 6 is shown. Moreover, in the following explanation, each whole composition part of this drawing 6 will be named generically, and it will be called the wavelet inverse transformation basic composition section 35.

[0036] If each band component (the LLL signal 109, the LLH signal 110, the LH signal 111, H signal 112) which was explained by drawing 3 and which is the output of the wavelet transform section is inputted into the wavelet inverse transformation basic composition section 35 concerned, the rise sample of the LLL signal 109 and the LLH signal 110 will be first carried out to the resolution of double precision by the rise samplers 9 and 11, respectively.

[0037] The signal generated by the signal generated by carrying out the rise sample of the LLL signal 109 with the above-mentioned rise sampler 9 carrying out the rise sample of the LLH signal 110 with the rise sampler 11 by the low pass filter 10 for composition again is filtered by the high-pass filter 12 for composition, respectively, and is sent to an adder 13.

[0038] Band composition of both signal is carried out in an adder 13. By the processing so far, the inverse transformation of the above-mentioned level 3 is completed.

[0039] The decode picture 104 after final inverse transformation will be outputted by repeating above-mentioned processing to a level 1 like the following.

[0040] That is, after the rise sample of the output signal of an adder 13 is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 14, it is filtered by the low pass filter 15 for composition, and is sent to an adder 18.

[0041] Moreover, after the rise sample of the LH signal 111 is carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 16, it is filtered by the high-pass filter 17 for composition, and is sent to an adder 18.

[0042] In an adder 18, band composition of the signal of both from the low pass filter 15 for composition and the high-pass filter 17 for composition is carried out. By the processing so far, the inverse transformation of the above-mentioned level 2 is completed.

[0043] After the rise sample of the output signal of this adder 18 is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 19, it is filtered by the low pass filter 20 for composition, and is sent to an adder 23.

[0044] Moreover, after the rise sample of the H signal 112 is carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 21, it is filtered by the high-pass filter 22 for composition, and is sent to an adder 23.

[0045] In an adder 23, band composition of the signal of both from the low pass filter 20 for composition and the high-pass filter 22 for composition is carried out. By the processing so far, the inverse transformation of the above-mentioned level 1 is completed.

[0046] The above is the basic composition and basic operation of the usual wavelet transform processing and wavelet inverse transformation processing.

[0047] Hereafter, based on the basic composition and operation of wavelet coding mentioned above and a decryption, wavelet decryption equipment equipped with the resolution conversion function of being twice [arbitrary rational-number] many as the gestalt of this invention operation is explained.

[0048] The wavelet decryption equipment of the 1st example of the gestalt of this invention operation is explained.

[0049] In the case of the 1st example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 is combined with the reduction percentage concerned

at the time of reducing resolution, and comes to have the composition which decrypts only the signal by the side of low-pass [in predetermined level]. In other words, the wavelet inverse transformation section 4 of the 1st example is combined with reduction percentage, and omits composition which decrypts the signal by the side of the high region in predetermined level from the composition of drawing 6 (deletion). [0050] The outline composition of the wavelet decryption equipment which decrypts the reduction picture [of 2] for a exponentiation of 1 of a subject-copy image is shown in drawing 7 as the 1st example concerned. The example shows the outline composition of the wavelet transform equipment which decrypts 1/2 of the reduction pictures of a subject-copy image to drawing 7 as an example [of the above-mentioned subject-copy image] for a exponentiation of the reduction picture of 1 of 2. In addition, in the composition of this drawing 7, the same directions sign as drawing 6 is given to the same component as aforementioned drawing 6. Moreover, although the path by the side of the high region shown by the dotted line in drawing 7 is a path prepared in the usual wavelet decryption equipment shown in drawing 6, it expresses the omitted path with the wavelet decryption equipment of the gestalt of this operation.

[0051] Here, it turns out easily that the signal 113 outputted from the low pass filter 10 for composition of the level 3 after the rise sample was carried out to double precision with the rise sampler 9 (synthetic filter) is equivalent to the reduction picture of the quadrant of a subject-copy image from the already described explanation. Similarly, it turns out that the signal 114 outputted from the low pass filter 15 for composition of level 2 is equivalent to 1/2 of the reduction pictures of a subject-copy image. Therefore, in the wavelet decryption equipment of the form of the 1st operation concerned, that what is necessary is just to take out the output signal of the low pass filter 10 for composition in order to acquire the reduction picture of a subject-copy image, for example, a quadrant, in order to acquire the reduction picture of one minute a subject-copy image, 2 [for example,], it turns out that what is necessary is just to take out the output signal of the low pass filter 15 for composition. Moreover, the H signal 112 becomes unnecessary also in decryption [which / of a quadrant and the reduction picture of 1/2] in this case. Since it is such, when generating the decode picture signal [of 2] 115 for a exponentiation of the reduction picture of 1 of a subject-copy image, by the 1st example concerned, the composition for decrypting the signal by the side of the high region in a level 1 like drawing 6 is omitted.

[0052] Namely, in the wavelet inverse transformation section 4 of the 1st example shown in drawing 7, after being filtered by the low pass filter 10 for composition and the high-pass filter 12 for composition which a rise sample is carried out to the resolution of double precision with the rise samplers 9 and 11, and correspond further, respectively, as for the LLL signal 109 and the LLH signal 110, band composition of both signal is carried out with an adder 13, respectively. The inverse transformation of level 3 is completed by the processing so far.

[0053] After the rise sample of the output signal of the adder 13 concerned is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 14, it is filtered by the low pass filter 15 for composition, and is sent to an adder 18.

[0054] Moreover, after the rise sample of the LH signal 111 is carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 16, it is filtered by the high-pass filter 17 for composition, and is sent to an adder 18.

[0055] In an adder 18, band composition of the signal of both from the low pass filter 15 for composition and the high-pass filter 17 for composition is carried out. By the processing so far, the inverse transformation of the above-mentioned level 2 is completed.

[0056] After the rise sample of the output signal of this adder 18 is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 19, it is filtered by the low pass filter 20 for composition.

[0057] With the composition of drawing 7, the output picture signal 115 from the low pass filter 20 for composition concerned will be outputted as a decode picture signal of the reduction picture of 1/2 by the wavelet decryption equipment of the 1st example concerned.

[0058] Next, the wavelet decryption equipment of the 2nd example of the form of this invention operation is explained.

[0059] In the case of the 2nd example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 While omitting composition for combining with the reduction percentage concerned at the time of reducing resolution, and decrypting the signal by the side of the high region in predetermined level from the composition of drawing 6 (deletion) It is smaller than the resolution to which the resolution of the high-frequency component of the omitted side concerned is given with the above-mentioned reduction percentage, or considers as the equivalent, and a down sampler is arranged in the last stage, a decode picture is thinned out, and it is made to offer a final decode picture.

[0060] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of decrypting

1/3 of the reduction pictures of a subject-copy image in the wavelet decryption equipment of drawing 1 as the 2nd example concerned is shown in drawing 8. In addition, in the composition of this drawing 8, the same directions sign as drawing 7 is given to the same component as aforementioned drawing 7. Moreover, although the path by the side of each **** shown by the dotted line in drawing 8 is a path prepared in the usual wavelet decryption equipment shown in drawing 6, it expresses the omitted path with the wavelet decryption equipment of the form of this operation.

[0061] Here, as the 1st example of the above described, the signal 114 which the signal 113 outputted from the low pass filter 10 for composition of level 3 is equivalent to the reduction picture of the quadrant of a subject-copy image, and is outputted from the low pass filter 15 for composition of level 2 is equivalent to 1/2 of the reduction pictures of a subject-copy image. Therefore, reduction percentage of $1/2 > \text{Reduction percentage of } 1/3 > \text{If it uses that it is the reduction percentage of a quadrant, only the band component of } 1/3 \text{ the need when there is nothing}$ A bird clapper turns out easily that the band component of the H signal 112 for generating the picture of the same resolution as a subject-copy image and the band component of the LH signal 111 for generating the picture of the resolution of 1/2 are unnecessary.

[0062] In order to generate the decode picture signal 118 of 1/3 of the reduction pictures of a subject-copy image, while omitting the composition for decrypting the signal by the side of the high region in a level 1 like drawing 6, and the composition for decrypting the signal by the side of the high region in level 2, it is made to form the down sampler 24 of 1/3 in the last stage by the 2nd example concerned, since it is such.

[0063] Namely, in the wavelet inverse transformation section 4 of the 2nd example shown in drawing 8, after being filtered by the low pass filter 10 for composition and the high-pass filter 12 for composition which a rise sample is carried out to the resolution of double precision with the rise samplers 9 and 11, and correspond further, respectively, as for the LLL signal 109 and the LLH signal 110, both band composition is made with an adder 13, respectively. The inverse transformation of level 3 is completed by the processing so far.

[0064] After the rise sample of the output signal of the adder 13 concerned is carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 14, it is filtered by the low pass filter 15 for composition, and after a rise sample is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 19, it is filtered by the low pass filter 20 for composition.

[0065] The down sample (infanticide) of the signal 117 filtered by this low pass filter 20 for composition is carried out to 1/3 with the down sampler 24.

[0066] By the 2nd example concerned, the output signal 118 from the above-mentioned down sampler 24 will be outputted as a decode picture signal of the reduction picture of 1/3 concerned.

[0067] The miniaturization of circuitry is attained, while the decode picture of the reduction picture of 1/3 is not only generable, but curtailment of computational complexity is attained according to this 2nd example, since the rise sampler and the high-pass filter for composition of double precision for rise sampler [of the double precision for H signal 112] and high-pass filter for composition, and LH signal 111 become unnecessary.

[0068] Moreover, since the high-frequency component which has the same resolution as the high-frequency component of the resolution of 1/2 and a subject-copy image by processing of the preceding paragraph is not compounded, a noise called aliasing does not generate the decode picture signal 118 acquired by the wavelet decryption equipment of the 2nd example concerned.

[0069] Next, the wavelet decryption equipment of the 3rd example of the form of this invention operation is explained.

[0070] Also in the 3rd example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 like the 2nd example While omitting the composition which combines with the reduction percentage concerned at the time of reducing resolution, and decrypts the signal by the side of the high region in predetermined level from the composition of drawing 6. It is smaller than the resolution to which the resolution of the high-frequency component of the omitted side concerned is given with the above-mentioned reduction percentage, or considers as the equivalent, and a down sampler is arranged in the last stage, a decode picture is thinned out, and it is made to offer a final decode picture.

[0071] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of decrypting 1/5 of the reduction pictures of a subject-copy image in the wavelet decryption equipment of drawing 1 as the 3rd example concerned is shown in drawing 9. In addition, in the composition of this drawing 9, the same directions sign as drawing 7 and drawing 8 is given to the same component as aforementioned drawing 7 and drawing 8. Moreover, although the path by the side of each **** shown by the dotted line in drawing 9 is a path prepared in the usual wavelet decryption equipment shown in drawing 6, it expresses the omitted path with the wavelet decryption equipment of the form of this operation.

[0072] Here, as the 1st example of the above described, the signal 113 outputted from the low pass filter

10 for composition of level 3 is equivalent to the reduction picture of the quadrant of a subject-copy image, and the signal 120 outputted from the low pass filter 15 for composition of level 2 is equivalent to 1/2 of the reduction pictures of a subject-copy image. Moreover, reduction percentage of a quadrant since the 2nd example of the above described > Reduction percentage of 1/5 > If it uses that it is the reduction percentage of 1/8 Only the band component of 1/5 the need The band component of the H signal 112 for generating the picture of the same resolution as a subject-copy image, when there is nothing, A bird clapper turns out easily that the band component of the LH signal 111 for generating the picture of the resolution of 1/2 and the band component of the LLH signal 110 for generating the picture of the resolution of a quadrant are unnecessary.

[0073] Since it is such, by the 3rd example concerned In order to generate the decode picture signal 122 of 1/5 of the reduction pictures of a subject-copy image While omitting the composition for decrypting the signal by the side of the high region in a level 1 like drawing 6 , the composition for decrypting the signal by the side of the high region in level 2, and the composition for decrypting the signal by the side of the high region in level 3, it is made to form the down sampler 25 of 1/5 in the last stage.

[0074] That is, in the wavelet inverse transformation section 4 of the 3rd example shown in drawing 9 , after the rise sample of the LLL signal 109 was carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 9, it is filtered by the low pass filter 10 for composition and a rise sample is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 14, it is filtered by the low pass filter 15 for composition.

[0075] Then, after the rise sample of the signal 120 after filtering by this low pass filter 15 for composition is further carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 19, it is filtered by the low pass filter 20 for composition.

[0076] The down sample (infanticide) of the signal 121 filtered by this low pass filter 20 for composition is carried out to 1/5 with the down sampler 25.

[0077] By the 3rd example concerned, the output signal 122 from the above-mentioned down sampler 25 will be outputted as a decode picture signal of the reduction picture of 1/5 concerned. The miniaturization of circuitry is attained, while the decode picture of the reduction picture of 1/5 is not only generable, but curtailment of computational complexity is attained according to this 3rd example, since the rise sampler and the high-pass filter for composition of double precision for rise sampler [of the double precision for H signal 112] and high-pass filter for composition, rise sampler [of the double precision for LH signal 111] and high-pass filter for composition, and LLH signal 110 become unnecessary.

[0078] Moreover, since the high-frequency component which has the resolution more than the resolution of 1/5 by processing of the preceding paragraph is not compounded, a noise called aliasing does not generate the decode picture signal 122 acquired by the wavelet decryption equipment of the 3rd example concerned.

[0079] Next, the wavelet decryption equipment of the 4th example of the form of this invention operation is explained.

[0080] In the case of the 4th example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 Arrange a rise sampler and a synthetic filter in the latter part of the aforementioned wavelet inverse transformation basic composition section 35, and generate a resolution resolution picture and a down sampler is arranged in the subsequent last stage. thin out a decode picture, and offer a final decode picture, and a rise sampler should raise [resolution] resolution for lengthwise or a longitudinal direction to double precision, and he constructs a rise sampler and a synthetic filter one, and ** them -- *****

[0081] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of decrypting 2/3 of the reduction pictures of a subject-copy image in the wavelet decryption equipment of drawing 1 as the 4th example concerned is shown in drawing 10 . In addition, in the composition of this drawing 10 , the same directions sign as drawing 6 is given to the same component as aforementioned drawing 6 . Moreover, although the path by the side of the high region shown by the dotted line in drawing 10 is a path prepared in usual wavelet decryption equipment, it expresses the omitted path with the wavelet decryption equipment of the form of this operation.

[0082] In the wavelet inverse transformation section 4 of the 4th example shown in this drawing 10 , by the rise sampler 26 of double precision, the rise sample of the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is carried out to the resolution of double precision, and it is made with the decode picture signal 125 of the resolution of double precision. The decode picture signal 125 of the resolution of this double precision is further filtered in the low pass filter 27 for composition, and the decode picture signal 126 is acquired.

[0083] Infanticide processing of the above-mentioned decode picture signal 126 is carried out with the down sampler 28 of 1/3 in the last stage. Thereby, the decode picture signal 127 of the resolution of 2/3 is

outputted.

[0084] In addition, in this 4th example, it is also possible to replace with the composition of aforementioned drawing 6 and to use the composition of drawing 7 for the wavelet inverse transformation basic composition section 35. Although the wavelet inverse transformation basic composition section 35 which consists of composition of drawing 6 is especially used when reduction percentage is close to 1, it is desirable to separate from 1, and for reduction percentage to use the composition of drawing 7, when close to one half.

[0085] Next, the wavelet decryption equipment of the 5th example of the form of this invention operation is explained.

[0086] The wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 arranges the rise sampler and the synthetic filter for acquiring the synthetic picture of a predetermined dilation ratio in the latter part of the aforementioned wavelet inverse transformation basic composition section 35, and it is made to raise resolution for resolution with a rise sampler to double precision in lengthwise or a longitudinal direction in the case of the 5th example concerned.

[0087] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of expanding resolution to the exponentiation of 2 and decrypting it in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 5th example concerned, is shown in drawing 11. In addition, in the composition of this drawing 11, the same directions sign as drawing 10 is given to the same component as aforementioned drawing 10. Moreover, although the path by the side of the high region shown by the dotted line in drawing 11 is a path which will be prepared in usual wavelet decryption equipment, it expresses with the wavelet decryption equipment of the form of this operation the path which is not established.

[0088] In the wavelet inverse transformation section 4 of the 5th example shown in this drawing 11, the rise sample of the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 26 of double precision, it is further filtered in the low pass filter 27 for composition, and the decode picture signal 126 of the resolution of double precision is generated.

[0089] Further, by the rise sampler 29 of double precision, the rise sample of the above-mentioned decode picture signal 126 is carried out to double precision, and it is made with the decode picture signal 128 of one 4 times the resolution of this. This decode picture signal 128 is further filtered in the low pass filter 30 for composition, and the decode picture signal 129 is acquired. Thereby, the decode picture signal 129 of one 4 times the resolution of this is outputted.

[0090] In addition, although illustration is omitted in this drawing 11, if it lets the above-mentioned decode picture signal 129 pass in a rise sampler and a synthetic filter further, the decode picture signal of one 8 times the resolution of this will be acquired, and if it lets further the decode picture signal of one 8 times this resolution of this pass in a rise sampler and a synthetic filter, the decode picture signal of one 16 times the resolution of this will be acquired. Thus, if the processing which lets a rise sampler and a synthetic filter pass is repeated, the decode picture signal which expanded resolution the exponentiation twice of 2 will be acquired one by one. When what consists of the same composition can be used and it realizes by hardware, for example, when composition can be simplified by pipeline processing and time-sharing processing and software realizes, the communalization of a filter factor of all synthetic filters is attained.

[0091] Although the rise sampler and the low pass filter for composition are arranged only to the low-pass side in this 5th example as shown in drawing 11 for example, when the signal by the side of the high region of the path shown by the dotted line in drawing is acquired by a certain technique What processing of a rise sample and the high-pass filter for composition is performed to the signal by the side of the high region concerned, and generates a decode picture signal by compounding the acquired signal with the signal by the side of low-pass [aforementioned] is possible.

[0092] Moreover, although this was considered as multi-stage composition in the 5th example concerned, having used the rise sampler and the low pass filter for composition of double precision as 1 set as shown in drawing 11 As the 6th example, as shown in drawing 12, the composition which arranges the rise sampler (the case of drawing 12 4 times as many rise sampler 41 as this) for raising to the target resolution at once and the low pass filter 42 for composition corresponding to it can also be taken.

[0093] namely, -- In the wavelet inverse transformation section 4 of the 6th example shown in this drawing 12, a rise sample is carried out to one 4 times the resolution of this, this picture signal 133 is further filtered by the 4 times as many rise sampler 41 as this in the low pass filter 42 for composition, and, as for the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35, the decode picture signal 134 of one 4 times the resolution of this is generated by it.

[0094] In addition, composition like this 6th example cannot be overemphasized by that it can constitute

similarly about resolution other than the 4 times concerned.

[0095] Moreover, the filter of the same property as the low pass filter for composition which is the component of the aforementioned wavelet inverse transformation basic composition section 35 is used for the low pass filter 27 for composition of aforementioned drawing 10. On the other hand, if processing in the latter part after the wavelet inverse transformation basic composition section 35 notes being the filtering processing to which resolution is expanded, it can arrange a filter simpler (for example, tap length is short) than the low pass filter for composition in the wavelet inverse transformation basic composition section 35 interior. In this case, it is effective in hardware cost (H/W cost) being reducible.

[0096] Next, the wavelet decryption equipment of the 7th example of the form of this invention operation is explained.

[0097] The decode picture to which the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 expanded the rise sampler and the synthetic filter to the latter part of the aforementioned wavelet inverse transformation basic composition section 35 in the case of the 7th example concerned, and expanded composition ***** to multi-stage is generated, and a down sampler is arranged in the last stage, the decode picture is thinned out in it, and it is made to present it with a final decode picture further.

[0098] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of increasing resolution 8 part N time and decrypting it in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 7th example concerned, is shown in drawing 13. In addition, in the composition of this drawing 13, the same directions sign as each drawing is given to the same component as each aforementioned drawing. Moreover, although the path by the side of the high region shown by the dotted line in drawing 12 is a path which will be prepared in usual wavelet decryption equipment, it expresses with the wavelet decryption equipment of the form of this operation the path which is not established.

[0099] In the wavelet inverse transformation section 4 of the 7th example shown in this drawing 13, the rise sample of the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is carried out to the resolution of double precision by the rise sampler 26 of double precision, it is further filtered in the low pass filter 27 for composition, and the decode picture signal 126 of the resolution of double precision is generated.

[0100] Further, by the rise sampler 29 of double precision, the rise sample of the above-mentioned decode picture signal 126 is carried out to the resolution of double precision, and it is made with the decode picture signal 128 of one 4 times the resolution of this. This decode picture signal 128 is further filtered in the low pass filter 30 for composition, and the decode picture signal 129 is acquired.

[0101] Further, by the rise sampler 31 of double precision, the rise sample of the above-mentioned decode picture signal 129 is carried out to the resolution of double precision, and it is made with the decode picture signal 130 of one 8 times the resolution of this. This decode picture signal 130 is further filtered in the low pass filter 32 for composition, and the decode picture signal 131 is acquired.

[0102] Infanticide processing of the above-mentioned decode picture signal 131 is carried out with the down sampler 33 of 1 part N in the last stage. Thereby, the decode picture signal 132 of the resolution of 8 part N is outputted.

[0103] In addition, although the aforementioned APPUA sampler and the low pass filter for composition are arranged only to the signal path by the side of low-pass [of a picture] by this 7th example as shown in drawing 13 on the other hand, when the signal by the side of the high region of the path shown by the drawing middle point line is acquired by a certain technique A decode picture signal is also generable by performing processing which lets the signal by the side of the high region concerned pass to a rise sample and the high-pass filter for composition, and compounding the signal by the side of the obtained high region with the signal by the side of low-pass [aforementioned]. Moreover, an expansion picture predetermined with constituting this processing in multi-stage can generate without limit.

[0104] Moreover, the filter of the same property as the low pass filter for composition which is the component of the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is used for each low pass filter for composition of drawing 13. On the other hand, if processing in the latter part after the wavelet inverse transformation basic composition section 35 notes being the filtering processing to which resolution is expanded, it can arrange a filter simpler (for example, tap length is short) than the low pass filter for composition in the wavelet inverse transformation basic composition section 35 interior. In this case, it is effective in hardware cost being reducible.

[0105] Next, the wavelet decryption equipment of the 8th example of the form of this invention operation is explained.

[0106] In the case of the 8th example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 is made to carry out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution

conversion scale factor with either or two or more combination of a digital filter, a down sampler, and a rise sampler.

[0107] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of reducing by 1/3 time and decrypting resolution in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 8th example concerned, is shown in drawing 14. In addition, in the composition of this drawing 14, the same directions sign as each drawing is given to the same component as each aforementioned drawing.

[0108] Although both the reduction percentage of 1/3 is mentioned as the example by the 8th example and 2nd example of the above concerned, here As mentioned above, at the 2nd example, it is the reduction percentage of 1/2. > Reduction percentage of 1/3 It uses that it is the reduction percentage of > quadrant. only the band component of 1/3 the need when there is nothing The band component of the H signal 112 which generates the same resolution as a subject-copy image, and the band component of the LH signal 111 which generates the resolution of 1/2 are made unnecessary.

[0109] However, in the case of the 2nd example of the above, since only $\pi/4$ of bands are used, originally it will not be able to restore using the band to $\pi/3$, and loss (slash portion in drawing 15) of the band of only $\pi/3 - \pi/4 = \pi/12$ will arise, so that clearly [in the frequency band view shown in drawing 15]. This is detected as loss of the sharpness of a decode picture. In addition, drawing 15 shows the band division property of the aforementioned LLL signal 109, the LLH signal 110, the LH signal 111, and the H signal 112. Since this invention is carried out for the digital signal, in drawing 15, a horizontal axis will show the high-frequency component, so that it approaches 0 and 2π and it approaches a low-pass component and π .

[0110] Since it is such, by the 8th example concerned, that this problem should be conquered, the filter section 40 is formed 2/3 time, and it is made to realize resolution conversion which does not generate loss.

[0111] Namely, in the wavelet inverse transformation section 4 of the 8th example shown in drawing 14, after being filtered by the low pass filter 10 for composition and the high-pass filter 12 for composition which a rise sample is carried out to the resolution of double precision with the rise samplers 9 and 11, and correspond further, respectively, as for the aforementioned LLL signal 109 and the LLH signal 110, both band composition is made with an adder 13, respectively. The inverse transformation of level 3 is completed by the processing so far.

[0112] Moreover, after being filtered by the low pass filter 15 for composition and the high-pass filter 17 for composition which a rise sample is carried out to the resolution of double precision with the rise samplers 14 and 16, and correspond further, respectively, as for the signal 135 and the LH signal 111 from an adder 13, band composition of these signals 114, 136 is carried out with an adder 18, respectively. The inverse transformation of level 2 is completed by the processing so far. In addition, the frequency band which the signal 137 outputted from the adder 18 concerned has is equivalent to $\pi/2$, as drawing 15 shows. The signal 137 outputted from this adder 18 is sent to the filter section 40 2/3 time.

[0113] In the filter section 40, the rise sample of the above-mentioned signal 137 is first carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 43 the 2/3 time concerned. The signal 138 by which the rise sample was carried out with this rise sampler 43 is filtered by the digital filter 44 corresponding to resolution conversion of the double precision for 3 more minutes.

[0114] After that, the down sample (infanticide) of the filter finishing signal 139 acquired by filtering by this digital filter 44 is carried out to one 1/3 time the resolution of this by the down sampler 45, and it is outputted as a decode picture signal 140 by which the output signal of this down sampler 45 was reduced to one 1/3 time the resolution of this.

[0115] Next, the concrete composition and concrete operation of the above-mentioned digital filter 44 are explained in detail below.

[0116] Here, the digital filter usually has two or more filter factors (impulse response). These coefficient length is called tap length and what is shown by this filter factor group is called transfer function. Therefore, generally how this transfer function is decided determines the property of a digital filter. However, since this invention performs resolution conversion including a non-integer of arbitrary rational-number twice in the target digital filter, a ringing and the noise of chess distortion may be generated. Therefore, it is necessary to set up the transfer function of the form which solved this.

[0117] The transfer function of the above-mentioned digital filter 44 is set to $G(z)$, and this presupposes the transfer function for rise samples that the transfer function for GU(z) and down samples is expressed like the following formula (1) from GD(z).

[0118]

$$G(z) = GU(z) \times GD(z) \quad (1)$$

In $U < D$, it is made the form of this formula (1) noting that it is U/D times the resolution conversion scale factor of this.

[0119] Next, each transfer function which is each composition of a formula (1) is given by the following

formula (2) and the formula (3).

[0120]

$$GU(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (2)$$

$$GD(z) = (1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(D-1)})/D \quad (3)$$

By the above, resolution conversion of the signal 137 after inverse transformation can be carried out by the filter section 40 $2/3$ time at the double precision for 3 minutes.

[0121] in addition, it is also possible to carry out based on the aforementioned decode picture signal 104 which is a perfect inverse transformation reconstruction picture, and to increase resolution conversion $1/3$ time, although it carries out based on the picture transformed inversely in the resolution of $1/2$ as nearest larger and scale factor than the resolution conversion scale factor of $1/3$ and is made to carry out resolution conversion of this at the double precision for 3 minutes by the 8th example -- obvious -- it is. However, when it usually says from the point of simplification of computation, as for the inverse transformation picture before resolution conversion is carried out, it is desirable that a resolution conversion scale factor is most transformed inversely for a near scale factor more greatly than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor.

[0122] Moreover, the composition of the 8th example has the advantage which removed redundancy. the case where this usually carries out U/D twice as many resolution conversion as this -- the picture of one U times the resolution of this -- once -- generating -- this -- a middle picture -- carrying out -- further -- it is because the vast memory which memorizes a U times as many picture as this in that case is needed although resolution conversion is carried out at $1/D$ and a U/D twice as many final picture as this is acquired. However, by the 8th example concerned, there is the feature which can be omitting redundancy completely by preparing the digital filter doubled with the U/D twice as many resolution conversion scale factor as this.

[0123] Next, the wavelet decryption equipment of the 9th example of the form of this invention operation is explained.

[0124] In the case of the 9th example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 is made to carry out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor with either or two or more combination of a digital filter, a down sampler, and a rise sampler.

[0125] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of reducing by $1/5$ time and decrypting resolution in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 9th example concerned, is shown in drawing 16. In addition, in the composition of this drawing 16, the same directions sign as each drawing is given to the same component as each aforementioned drawing.

[0126] Although both the reduction percentage of $1/5$ is mentioned as the example by the 9th example and 3rd example of the above concerned, here As mentioned above, at the 3rd example, it is the reduction percentage of a quadrant. > Reduction percentage of $1/5$ > It uses that it is the reduction percentage of $1/8$. only the band component of $1/5$ the need when there is nothing The band component of the H signal 112 which generates the same resolution as a subject-copy image, the band component of the LH signal 111 which generates the resolution of $1/2$, and the band component of the LLH signal 110 which generates the resolution of a quadrant are omitted as unnecessary.

[0127] However, in the case of the 3rd example of the above, since only $\pi/8$ of bands are used, originally it will not be able to restore using the band to $\pi/5$, and loss (slash portion in drawing 17) of the band of only $\pi/5 - \pi/8 = 3\pi/40$ will arise, so that clearly [in the frequency band view of drawing 17]. This is detected as loss of the sharpness of a decode picture.

[0128] Since it is such, by the 9th example concerned, that this problem should be conquered, the filter section 49 is formed $4/5$ time, and it is made to realize resolution conversion which does not generate loss.

[0129] Namely, in the wavelet inverse transformation section 4 of the 9th example shown in drawing 16, after being filtered by the low pass filter 10 for composition and the high-pass filter 12 for composition which a rise sample is carried out to the resolution of double precision with the rise samplers 9 and 11, and correspond further, respectively, as for the aforementioned LLL signal 109 and the LLH signal 110, both band composition is made with an adder 13, respectively. The signal 135 equivalent to the resolution of a quadrant is generated by the processing so far. In addition, the frequency band which the signal 135 outputted from the adder 13 concerned has is equivalent to $\pi/4$, as drawing 17 shows. The signal 135 outputted from this adder 13 is sent to the filter section 49 $4/5$ time.

[0130] In the filter section 49, the rise sample of the above-mentioned signal 135 is first carried out to one 4 times the resolution of this with the rise sampler 46 the $4/5$ time concerned. The signal 141 by which the rise sample was carried out with this rise sampler 46 is filtered by the digital filter 47 corresponding to $4/5$ more time as many resolution conversion as this.

[0131] After that, the down sample (infanticide) of the filter finishing signal 142 acquired by filtering by this digital filter 47 is carried out to one $1/5$ time the resolution of this by the down sampler 48, and it is outputted as a decode picture signal 143 by which the output of this down sampler 48 was reduced to one $4/5$ time the resolution of this.

[0132] In addition, what is necessary is just to calculate the transfer function of the above-mentioned digital filter 47 according to the formula (1) mentioned above, a formula (2), and a formula (3). However, in the case of this 9th example, it is $U < D$ in $U = 4$ and $D = 5$.

[0133] Next, the wavelet decryption equipment of the 10th example of the gestalt of this invention operation is explained.

[0134] In the case of the 10th example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 is made to carry out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor with either or two or more combination of a digital filter, a down sampler, and a rise sampler.

[0135] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of reducing to the double precision for 3 minutes, and decrypting resolution in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 10th example concerned, is shown in drawing 18. In addition, in the composition of this drawing 18, the respectively same directions sign is given to the same component as each aforementioned drawing.

[0136] In the wavelet inverse transformation section 4 of the 10th example shown in this drawing 18, the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is sent to the $2/3$ time filter section 40 of the same composition as the case of aforementioned drawing 14.

[0137] The rise sample of the decode picture signal 104 by which inverse transformation reconstruction was carried out to the last in the above-mentioned wavelet inverse transformation basic composition section 35 in the filter section 40 the $2/3$ time concerned is carried out to the resolution of double precision with the rise sampler 43, and the rise sample signal 144 is filtered by the digital filter 44 corresponding to resolution conversion of the double precision for 3 more minutes. Then, the down sample (infanticide) of the filter finishing signal 145 from this digital filter 44 is carried out to one $1/3$ time the resolution of this by the down sampler 45, and it is outputted as a decode picture signal 146 reduced to the resolution of the double precision for 3 minutes.

[0138] Next, the wavelet decryption equipment of the 11th example of the gestalt of this invention operation is explained.

[0139] In the case of the 11th example concerned, the wavelet inverse transformation section 4 of the wavelet decryption equipment shown in drawing 1 is made to carry out resolution conversion of the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor with either or two or more combination of a digital filter, a down sampler, and a rise sampler.

[0140] The outline composition of the wavelet inverse transformation section 4 in the case of expanding resolution by $5/3$ time, and decrypting it in the wavelet decryption equipment of drawing 1, as the 11th example concerned, is shown in drawing 19. In addition, in the composition of this drawing 19, the respectively same directions sign is given to the same component as each aforementioned drawing.

[0141] In the wavelet inverse transformation section 4 of the 11th example shown in this drawing 19, the decode picture signal 104 after the inverse transformation outputted from the wavelet inverse transformation basic composition section 35 is sent to the filter section 50 $5/3$ time.

[0142] The rise sample of the decode picture signal 104 by which inverse transformation reconstruction was carried out to the last in the above-mentioned wavelet inverse transformation basic composition section 35 in the filter section 50 the $5/3$ time concerned is carried out to one 5 times the resolution of this with the rise sampler 52, and the rise sample signal 147 is filtered by the digital filter 53 corresponding to $5/3$ more time as many resolution conversion as this. Then, the down sample (infanticide) of the filter finishing signal 148 from this digital filter 53 is carried out to one $1/3$ time the resolution of this by the down sampler 54. By this, the decode picture signal 149 expanded to one $5/3$ time the resolution of this will be generated.

[0143] Here, the transfer function of the digital filter 53 used by the 11th example concerned is explained.

[0144] Since it is $U > D$ in the case of this 11th example, as a transfer function of a digital filter 53, the transfer function of the formula (2) stated by the example of the aforementioned octavus and a formula (3) cannot be used. Therefore, it is made to take the composition of the following formula (4) by the 11th example concerned, for example. This means what is expressed with the multiplication of the transfer function of a pixel repeat (it is also called the 0th hold).

[0145]

$$G(z) = GU(z) \times GU(z^{-1})/U \quad (4)$$

However, $GU(z)$ is expressed with the following formulas (5) and a formula (6).

[0146]

$$GU(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (5)$$

$$GU(z^{-1}) = 1 + z + z^2 + z^3 + \dots + z^{(U-1)} \quad (6)$$

The result of a formula (4) means linear interpolation after all. Because, in the case of $U = 2$, it is set to $G(z) = (1+z)(1+z^{-1})/2 = (z+2+z^{-1})/2$, and it is shown, for example, that this is linear interpolation clearly since the degree of a filter is the 3rd order and coefficients are $(1/1, 1/2)$. [2 and 1] U -- the result same also except two -- a bird clapper -- obvious -- it is .

[0147] As mentioned above, in the gestalt of this invention operation, it is possible to decode the picture which is generated in process in which a decryption machine (decoder) performs wavelet inverse transformation and by which band division was carried out in the resolution of an arbitrary rational number. In other words, it is possible to realize conventionally the wavelet decryption accompanied by the resolution conversion realized only by the exponentiation of 2 according to the gestalt of this operation. Therefore, it is possible to be able to memorize and display the picture by which it was not influenced by the constraint by the side of a terminal, and resolution conversion of the arbitrary rational number concerned was carried out as the result at for example, an electronic still camera, a printer, etc., and to extend sharply the use use to various kinds of products.

[0148] It is possible to cut down computational complexity by omitting the high-frequency component of the following given with reduction percentage from the process of a decryption here in reduction. Therefore, it leads to the decrease of cost at the time of hardware-izing. Furthermore, since generating of aliasing can be prevented by the shutout of a high region, it is effective in the ability to also acquire a high definition decode picture.

[0149] On the other hand, in expansion, the wavelet inverse transformation basic composition section can be prepared, and the wavelet decryption accompanied by resolution conversion can be realized to it by arranging a rise sampler, the low pass filter for composition, and a down sampler according to a predetermined resolution conversion rate in the latter part. Moreover, there is an effect which cuts down calculation cost and hardware cost by arranging the low pass filter for composition simpler than this wavelet inverse transformation basic composition section, maintaining the quality of image of a decode picture.

[0150] Moreover, it is that there is no constraint in a wavelet coding equipment side as a matter common to the form of all operations of this invention. Therefore, the coding bit stream generated with the usual most general wavelet transform and usual wavelet coding equipment is inputted, and it is effective in the ability to acquire the wavelet decode picture accompanied by resolution conversion of an arbitrary rational number.

[0151] Moreover, since processing by each composition part of a rise sampler, a digital filter, and a down sampler is added to this, a predetermined resolution resolution picture generates based on the picture by which decode was carried out by performing wavelet inverse transformation to the larger predetermined number of level than the resolution made into the purpose according to the form of this operation and redundancy is omitted, it is effective in a hardware scale or computational complexity being reducible.

[0152]

[Effect of the Invention] In the wavelet decryption equipment and the method of this invention On the occasion of wavelet inverse transformation, it was made to perform rise sampling, down sampling, and synthetic filtering in adaptation according to the predetermined resolution conversion scale factor, Moreover, the thing been made to perform rise sampling and synthetic filtering until the synthetic picture of a dilation ratio predetermined in the latter part of wavelet inverse transformation was acquired, Moreover, the larger inverse transformation picture of resolution than the picture acquired with a predetermined resolution conversion scale factor in the case of wavelet inverse transformation By having been made to carry out resolution conversion with either or two or more combination of digital filtering, a down sampling, and a rise sampling Decoding (decryption) of the picture signal by which wavelet transform was used for the conversion method and compression coding was made is enabled in the resolution of an arbitrary rational number, without being influenced by the constraint by the side of a terminal. as the result For example, it is possible to enable it to perform efficiently storage and display of the so-called thumbnail picture used abundantly by the electronic still camera, the printer, etc. or the picture (picture reduced or expanded) which carried out resolution conversion of the subject-copy image, and to extend sharply the use use to various kinds of products.

[0153] Namely, since a screen display of it can be carried out according to this invention, using as a thumbnail picture or a reduction picture the band picture memorized in the image memory if needed, it is

effective in the increase in efficiency of processing being realizable by communalizing the process which generates a band division picture, and the process to encode. Therefore, since the circuit which generates a thumbnail picture etc. does not extraordinarily have the need, there is an effect of curtailment of a hardware scale. Furthermore, the coding bit stream of many pictures can be made to memorize and hold at this external storage by adding external storage to this invention equipment, for example, and making a coding bit stream memorize and hold at this. Moreover, since it is beginning to read the coding bit stream of a thumbnail picture to see since it is not necessary to make a thumbnail picture or a reduction picture always memorize and hold at an image memory, or a reduction picture at any time, it is decrypted and should just carry out a screen display from external storage, there is an effect whose use efficiency improves.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block circuit diagram showing the whole wavelet decryption equipment composition of the gestalt of this invention operation.

[Drawing 2] It is the block circuit diagram showing the whole wavelet coding equipment composition corresponding to the wavelet decryption equipment of the gestalt of this invention operation.

[Drawing 3] It is the block circuit diagram showing the basic composition of the usual wavelet transform section (to level 3).

[Drawing 4] It is drawing showing band division (division level =2) of a two-dimensional picture.

[Drawing 5] It is drawing showing each band picture at the time of carrying out band division (division level =2) to an actual picture.

[Drawing 6] It is the block circuit diagram showing the basic composition of the usual wavelet inverse transformation section (to level 3).

[Drawing 7] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 1 time [for a exponentiation] as many resolution conversion of 2 as this as the 1st example.

[Drawing 8] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 1/3 time as many resolution conversion as this as the 2nd example.

[Drawing 9] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 1/5 time as many resolution conversion as this as the 3rd example.

[Drawing 10] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by resolution conversion of the double precision for 3 minutes as the 4th example.

[Drawing 11] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by resolution conversion of twice [exponentiation] 2 as the 5th example.

[Drawing 12] It is the block circuit diagram showing the example of composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 4 times as many resolution conversion as this as the 6th example.

[Drawing 13] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by N time as many resolution conversion of 8 part as this as the 7th example.

[Drawing 14] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 1/3 time as many resolution conversion as this as an example of the octavus.

[Drawing 15] It is drawing showing the frequency band in the case of the 2nd example.

[Drawing 16] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 1/5 time as many resolution conversion as this as the 9th example.

[Drawing 17] It is drawing showing the frequency band in the case of the 3rd example.

[Drawing 18] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by resolution conversion of the double precision for 3 minutes as the 10th example.

[Drawing 19] It is the block circuit diagram showing the composition of the wavelet inverse transformation section accompanied by 5/3 time as many resolution conversion as this as the 11th example.

[Description of Notations]

1 Entropy Decryption Section 2 Reverse Quantization Section 3 Transform Coefficient Reverse Scanning Section, 4 Wavelet inverse transformation section 5 Wavelet transform section, 6 Transform coefficient scanning section 7 Quantization section 8 Entropy-code modulation section, 9, 11, 14, 16, 19, 21, 26, 29, 31, 43 The rise sampler of double precision, 10, 15, 20, 27, 30, 32, 42 The low pass filter for composition,

12, 17, 22 High-pass filter for composition 13, 18, 23 Adder, 81, 85, 89 Low pass filter for analysis 82, 86, 90 The high-pass filter for analysis, 35 Wavelet inverse transformation basic composition section 83, 84, 87, 88, 91, 92 A $1/2$ time as many down sampler as this, 24, 28, 45, 54 25 A $1/3$ time as many down sampler as this, 48 A $1/5$ time as many down sampler as this, 33 1 part N time as many down sampler as this 41 46 A 4 times as many rise sampler as this, 40 $2/3$ time filter section 44 The digital filter doubled with $2/3$ time as many resolution conversion as this, 49 $4/5$ time filter section 47 Digital filter doubled with $4/5$ time as many resolution conversion as this 50 $5/3$ time filter section 53 Digital filter doubled with $5/3$ time as many resolution conversion as this 52 5 times as many rise sampler as this

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-125294

(P2000-125294A)

(43)公開日 平成12年4月28日 (2000.4.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 4 N 7/24		H 0 4 N 7/13	Z 5 C 0 5 9
H 0 3 M 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 7 8
H 0 4 N 1/41		H 0 4 N 1/41	B 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願平10-294031

(22)出願日 平成10年10月15日 (1998.10.15)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(71)出願人 598142298

東京都立大学

東京都八王子市南大沢1-1

(74)上記2名の代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

(71)出願人 598000806

貴家 仁志

東京都八王子市南大沢5-9-3-307

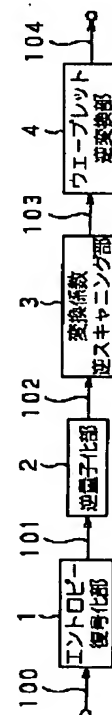
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ウェーブレット復号化装置及び方法

(57)【要約】

【課題】 変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像信号を、任意有理数の解像度でデコード(復号化)可能とする。

【解決手段】 符号化ビットストリーム100をエントロピー復号化するエントロピー復号化部1と、量子化係数101を逆量子化して変換係数102を送出する逆量子化部2と、変換係数102を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換える変換係数逆スキミング部3と、並び換えられた変換係数103を逆変換して復号画像104を供するウェーブレット逆変換部4とを備え、ウェーブレット逆変換部4では、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプラ、ダウンサンプラ、合成フィルタを適応的に配置する構成とした。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段は、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプラ、ダウンサンプラ、合成フィルタを適応的に構成することを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項2】 上記ウェーブレット逆変換手段は、解像度を縮小して逆変換する際、縮小率に併せて所定のレベルでの高域成分の復号化を省くことを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項3】 上記省く高域成分の解像度は、上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいかまたは同値であることを特徴とする請求項2記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項4】 最終段にダウンサンプラを配置して上記復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項5】 後段にアップサンプラ及び合成フィルタを配置して解像度変換画像を生成し、その後の最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項6】 上記アップサンプラは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項5記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項7】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、1組みであることを特徴とする請求項5記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項8】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段の後段に所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプラ及び合成フィルタを配置してなることを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項9】 上記アップサンプラは縦方向または横方

2

向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項10】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、画像の低域成分にのみ配置することを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項11】 上記合成フィルタは前段で用いているものと同じ合成フィルタであることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項12】 上記合成フィルタは前段で用いているものと異なる合成フィルタであることを特徴とする請求項8記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項13】 後段にアップサンプラ及び合成フィルタを多段に構成することを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項14】 上記アップサンプラ及び合成フィルタは、画像の低域成分側にのみ配置することを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項15】 上記アップサンプラは縦方向または横方向の解像度を2倍に解像度を上げることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項16】 上記合成フィルタは前段で用いているものと同じ合成フィルタであることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項17】 上記合成フィルタは前段で用いているものと異なる合成フィルタであることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項18】 最終段にダウンサンプラを備えていることを特徴とする請求項13記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項19】 上記アップサンプラ、ダウンサンプラはデジタルフィルタからなることを特徴とする請求項1記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項20】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出するエントロピー復号化手段と、

上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出する逆量子化手段と、

上記変換係数を所定の方法でスキャンして変換係数を並び換える変換係数逆スキャン手段と、

上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を供するウェーブレット逆変換手段とを備え、

上記ウェーブレット逆変換手段は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラのいずれかまたは複数個の組み合わせによって解像度変換することを特徴とするウェーブレット復号化装置。

【請求項21】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で、逆変換さ

3

れたものであることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項22】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、アップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの順番で解像度変換されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項23】 上記デジタルフィルタは、拡大処理のための伝達関数と、縮小のための伝達関数に分離でき、かつ両者の積の形で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項24】 アップサンプル値がダウンサンプル値よりも大きいときには、上記デジタルフィルタの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項25】 アップサンプル値がダウンサンプル値よりも小さいときには、上記デジタルフィルタの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数と画素平均の伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項20記載のウェーブレット復号化装置。

【請求項26】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、
上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、
上記変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、
上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、
上記ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的に行うことを特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項27】 上記ウェーブレット逆変換では、解像度を縮小して逆変換する際、縮小率に併せて所定のレベルでの高域成分の復号化を省くことを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項28】 上記省く高域成分の解像度は、上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいかまたは同値であることを特徴とする請求項27記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項29】 最終段でダウンサンプリングを行い上記復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項30】 後段でアップサンプリング及び合成フィルタリングを行って解像度変換画像を生成し、その後の最終段でダウンサンプリングを行い、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供することを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項31】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請

(3)

4

求項30記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項32】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、1組みであることを特徴とする請求項30記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項33】 符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、
上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、
上記変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、

10 上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、
上記ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うことを特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項34】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に上げることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

20 【請求項35】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、画像の低域成分にのみ行うことを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項36】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと同じ合成フィルタリングであることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項37】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと異なる合成フィルタリングであることを特徴とする請求項33記載のウェーブレット復号化方法。

30 【請求項38】 後段でアップサンプリング及び合成フィルタリングを多段に行うことを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項39】 上記アップサンプリング及び合成フィルタリングは、画像の低域成分側にのみ行うことを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項40】 上記アップサンプリングでは縦方向または横方向の解像度を2倍に解像度を上げることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項41】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと同じ合成フィルタリングであることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

40 【請求項42】 上記合成フィルタリングは前段で行うものと異なる合成フィルタリングであることを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項43】 最終段でダウンサンプリングを行うことを特徴とする請求項38記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項44】 上記アップサンプリング、ダウンサンプリングはデジタルフィルタリング処理であることを特徴とする請求項26記載のウェーブレット復号化方法。

50 【請求項45】 符号化ビットストリームをエントロピー

5

一復号化して量子化係数を送出し、
上記量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、
上記変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、
上記並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、
上記ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換することと特徴とするウェーブレット復号化方法。

【請求項46】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で、逆変換されたものであることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項47】 上記解像度変換される前の逆変換画像は、アップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの順番で解像度変換されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項48】 上記デジタルフィルタリングは、拡大処理のための伝達関数と、縮小のための伝達関数に分離でき、かつ両者の積の形で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項49】 上記アップサンプル値がダウンサンプル値よりも大きいときには、当該デジタルフィルタリングの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【請求項50】 上記アップサンプル値がダウンサンプル値よりも小さいときには、当該デジタルフィルタリングの伝達関数は、画素繰り返しの伝達関数と画素平均の伝達関数の積で表されることを特徴とする請求項45記載のウェーブレット復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像の効率的伝送もしくは蓄積を行うシステムに供することのできるものであり、特に、ウェーブレット変換符号化を用いて符号化されたビットストリームを入力して、任意の有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現するウェーブレット復号化装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の代表的な画像圧縮方式としては、ISO (International Organization for Standardization) によって標準化されたJPEG (Joint Photographic Coding Experts Group) 方式がある。これはDCT (discrete cosine transform) を用いて主に静止画像信号を圧縮符号化する方式であり、比較的高いビットが

(4)

6

割り当てられる場合には良好な符号化・復号画像を供することが知られている。しかし、当該DCTの場合、ある程度符号化ビット数を少なくすると、DCT特有のブロック歪みが顕著になり、主観的に劣化が目立つようになる。

【0003】 これとは別に、最近では、フィルタバンクと呼ばれるハイパスフィルタとローパスフィルタを組み合わせたフィルタを用いて画像信号を複数の帯域に分割し、それらの各帯域毎に符号化を行う方式の研究が盛んになっている。その中でも、ウェーブレット符号化は、DCTにて問題になる高圧縮でブロック歪みが顕著になる、という欠点が無いことから、DCTに代わる新たな技術として有力視されている。

【0004】 現在の電子スチルカメラやビデオムービー等の製品では、画像圧縮方式にJPEGやMPEG (Moving Picture image coding Experts Group) を使用し、変換方式にDCTを用いているが、今後は、上記ウェーブレット変換をベースにした変換方式を採用した製品が市場に出現するものと推測される。

20 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、符号化方式の効率向上のための検討は各研究機関で盛んに行われているが、ウェーブレット変換の特徴を生かした具体的な製品化を目指した発明は未だ少ない。

【0006】 また、従来のウェーブレット変換・逆変換は、その性質上、2のべき乗でしか解像度を縮小又は拡大(スケール)することができないとされているが、例えば原画像の解像度が大きくなると上記2のべき乗以外の解像度でデコードする要求も増えて来ると考えられる。すなわち、2のべき乗だけでなくそれ以外も含む任意有理数の解像度でデコード(復号化)することができるようになれば、端末側の制約条件に左右されることが無くなるため、非常に用途が広まると考えられる。

30 【0007】 そこで、本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像信号を、端末側の制約条件に左右されることが無く、任意有理数の解像度でデコード(復号化)可能とし、その結果として、例えば電子スチルカメラやプリンタ等で多用されるいわゆるサムネイル画像や原画像を解像度変換した画像(縮小又は拡大した画像)の記憶・表示を効率的に行えるようにし、各種の製品への使用用途を大幅に広げることを可能とする、ウェーブレット復号化装置及び方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエン트로ピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキミングして変換係数を並び換え、並び換えられ

50

(5)

7

た変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的に行うことにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0009】また、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うことにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0010】また、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法は、符号化ビットストリームをエントロピー復号化して量子化係数を送出し、量子化係数を逆量子化して変換係数を送出し、変換係数を所定の方法でスキャニングして変換係数を並び換え、並び換えられた変換係数を逆変換して復号画像を生成し、ウェーブレット逆変換の際には、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換することにより、任意有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現し、上述した課題を解決する。

【0011】なお、アップサンプリングは解像度を上げる作用を行う。具体的には零値の画素補填を行う。他方、ダウンサンプリングは、解像度を落とす作用を行う。具体的には数画素毎にサンプリングを行う。デジタルフィルタリングは、適当な伝達関数によって表現され、数画素毎に処理を行い、画素毎にフィルタ係数（インパルス応答）を乗算し、これを畳み込み演算する作用がある。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0013】本発明実施の形態は、画像の効率的伝送もしくは蓄積を行うシステムに好適なものであり、特にウェーブレット変換符号化を用いて符号化されたビットストリームを入力して、任意の有理数倍の解像度変換を伴う復号化を実現するウェーブレット復号化装置及び方法を実現するものである。具体的な応用例としては、電子カメラ、携帯・移動体画像送受信端末（PDA）、プリンタ、衛星画像、医用画像等の圧縮・伸張器またはそのソフトウェアモジュール、ゲーム、3次元CGで用いるテクスチャの伸張器またはそのソフトウェアモジュール等がある。

8

【0014】図1には、本発明のウェーブレット復号化装置及び方法が適用される一実施の形態のウェーブレット復号化装置の全体構成を示す。

【0015】この図1に示す本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置は、符号化ビットストリーム100をエントロピー復号化するエントロピー復号化部1と、量子化係数101を逆量子化して変換係数102を送出する逆量子化部2と、変換係数102を所定の方法でスキャニングして並び換えた変換係数103を送出する変換係数逆スキャニング部3と、並び換えられた変換係数103を逆変換して復号画像104を供するウェーブレット逆変換部4とを備えてなるものである。

【0016】より具体的に説明すると、エントロピー復号化部1は、ウェーブレット符号化装置または符号化モジュールより送出された符号化ビットストリーム100に対して所定のエントロピー復号化を行う。ここで、エントロピー復号化としては、一般的に用いられているハフマン復号化や算術復号化を用いれば良い。但し当然であるが、ウェーブレット符号化装置で行われたエントロピー符号化処理と対応する手法を行う必要がある。

【0017】逆量子化部2は、エントロピー復号化部1により復号化されて出力された量子化係数101を逆量子化して変換係数102を出力する。この逆量子化部2も、ウェーブレット符号化装置で行われた量子化処理と表裏一体の動作を行う必要がある。

【0018】変換係数逆スキャニング部3は、逆量子化部2で得られた変換係数102を並び換えて、新たな変換係数103を出力する。ここでの逆スキャニング方法は、ウェーブレット符号化装置で行われたスキャニング処理の逆処理を行うことになる。

【0019】ウェーブレット逆変換部4は、変換係数103を逆変換して最終的な復号画像信号104を供する。

【0020】ここで、本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置では、上記ウェーブレット逆変換部4に、アップサンブラ、ダウンサンブラ及び合成フィルタを、所定の解像度変換の倍率に応じて適応的に配置することにより、任意有理数倍率の解像度変換機能を実現している。

【0021】本実施の形態のウェーブレット復号化装置における上記任意有理数倍率の解像度変換処理のための構成及び動作の詳細な説明を行う前に、図2から図6を用いて通常のウェーブレット変換処理及びウェーブレット逆変換処理のための構成及び動作について以下に説明する。

【0022】図2には、通常のウェーブレット符号化装置の基本的構成を示す。

【0023】図2に示すウェーブレット符号化装置は、ウェーブレット変換部5と、変換係数スキャニング部6と、量子化部7と、エントロピー符号化部8を、その基

9

本構成要素として有する。

【0024】ウェーブレット変換部5は、入力された画像信号105をウェーブレット変換してその変換係数106を出力する。変換係数スキニング部6は、ウェーブレット変換部5からの変換係数106を並び換えて、新たな変換係数107を出力する。なお、前記図1の変換係数逆スキニング部3でのスキニングは、当該変換係数スキニング部6でのスキニングの反対の並び換え処理である。

【0025】量子化部7は、変換係数スキニング部6から供給された変換係数107を量子化し、その量子化係数108を出力する。なお、前記図1の逆量子化部2での処理は、当該量子化部7での処理と対を成すものである。

【0026】エントロピー符号化部8は、量子化部7から供給された量子化係数108に所定のエントロピー符号化を施し、その符号化ビットストリーム100を出力する。なおここでのエントロピー符号化としては、一般的に用いられているハフマン符号化や算術符号化を用いれば良く、前記図1のエントロピー復号化部1での処理は、当該エントロピー符号化部8での処理と対応している。

【0027】図3には、通常のウェーブレット変換処理を行う構成を示す。この図3の構成は、幾つかある手法の中で最もポピュラーなウェーブレット変換処理であるオクターブ分割を複数レベルに渡って行う場合の構成例である。なお、図3の場合はレベル数が3（レベル1～レベル3）であり、画像信号を低域と高域に分割し、且つ低域側の信号のみを階層的に分割する構成を取っている。また、図3では、便宜上、1次元の信号（例えば画像の水平成分）についてのウェーブレット変換処理を例に挙げているが、これを2次元に拡張することで2次元画像信号に対応することができる。

【0028】図3において、入力画像信号105は、先ず分析用ローパスフィルタ81と分析用ハイパスフィルタ82とによって帯域分割され、得られた低域側の信号と高域側の信号は、それぞれ対応するダウンサンプラ83、84によって解像度がそれぞれ2分の1倍に間引かれる（レベル1）。

【0029】上記ダウンサンプラ83、84からの信号のうち、低域側の信号は分析用ローパスフィルタ85と分析用ハイパスフィルタ86とによってさらに帯域分割される。これら帯域分割により得られた信号は、さらにダウンサンプラ87、88によって解像度がそれぞれ2分の1倍に間引かれる（レベル2）。

【0030】上記ダウンサンプラ87、88からの出力信号のうち、低域側の信号は分析用ローパスフィルタ89と分析用ハイパスフィルタ90によってさらに帯域分割される。これら帯域分割された信号は、さらにダウンサンプラ91、92によって解像度がそれぞれ2分の1

(6)

10

倍に間引かれる（レベル3）。

【0031】このような処理を所定のレベルまで行うことで、低域側の信号を階層的に帯域分割した各帯域の信号が順次生成されていくことになる。図3の例では、レベル3まで帯域分割した結果、LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112が生成されていることを示している。なお、上記LLL信号109やLLH信号110のLは低域成分であることを表し、Hは高域成分であることを表している。

10 【0032】図4には、レベル2まで2次元画像を帯域分割した結果得られる帯域成分を図示する。ただし、この図4でのL及びHの表記法は1次元信号を扱った図3とは異なる。なお、図4中のLLは水平・垂直成分が共にL（低域）であること、LHは水平成分がH（高域）で垂直成分がL（低域）であることを意味している。また、図中のX_SIZEは垂直方向（X方向）の解像度を、Y_SIZEは水平方向（Y方向）の解像度を意味している。

20 【0033】すなわちこの図4において、2次元の原画像は、先ずレベル1の帯域分割（水平・垂直方向）により4つの成分LL、LH、HL、HHに分けられ、次いで、LL成分は、レベル2の帯域分割（水平・垂直方向）により更に4つの成分LLLL、LLHL、LLLH、LLHHに分けられる。

【0034】図5には、図4の帯域分割を実際の画像に応用した場合の画像例を示しており、この図5から、画像は低域の成分にその大部分の情報が含まれていることがわかる。

30 【0035】次に、図6には、解像度変換の動作を行わない通常のウェーブレット逆変換処理を行う構成を示す。また、以下の説明では、この図6の各構成部位全体を総称してウェーブレット逆変換基本構成部35と呼ぶことにする。

【0036】図3で説明したウェーブレット変換部の出力である各帯域成分（LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112）は、当該ウェーブレット逆変換基本構成部35に入力すると、先ずLLL信号109及びLLH信号110が、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされる。

40 【0037】上記アップサンプラ9にてLLL信号109をアップサンプルして生成された信号は合成用ローパスフィルタ10により、また、アップサンプラ11にてLLH信号110をアップサンプルして生成された信号は合成用ハイパスフィルタ12によって、それぞれフィルタリングされて加算器13に送られる。

【0038】加算器13では、両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル3の逆変換が完了する。

50 【0039】以下同様に、上述の処理をレベル1まで繰

11

り返すことで、最終的な逆変換後の復号画像104が出力されることになる。

【0040】すなわち、加算器13の出力信号は、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0041】また、LH信号111は、アップサンプラ16によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ17にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0042】加算器18では、合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル2の逆変換が完了する。

【0043】この加算器18の出力信号は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされて加算器23に送られる。

【0044】また、H信号112は、アップサンプラ21によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ22にてフィルタリングされて加算器23に送られる。

【0045】加算器23では、合成用ローパスフィルタ20と合成用ハイパスフィルタ22からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル1の逆変換が完了する。

【0046】以上が、通常のウェーブレット変換処理及びウェーブレット逆変換処理の基本構成及び基本動作である。

【0047】以下、上述したウェーブレット符号化及び復号化の基本構成及び動作をふまえて、本発明実施の形態の任意有理数倍の解像度変換機能を備えたウェーブレット復号化装置について説明する。

【0048】本発明実施の形態の第1の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0049】当該第1の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの低域側の信号のみを復号化する構成を有してなる。言い換えれば、第1の具体例のウェーブレット逆変換部4は、縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化する構成を図6の構成から省略（削除）したものである。

【0050】図7には、当該第1の具体例として、原画像の2のべき乗分の1の縮小画像を復号化するウェーブレット復号化装置の概略構成を示す。図7に例では、上記原画像の2のべき乗分の1の縮小画像の一例として、原画像の2分の1の縮小画像を復号化するウェーブレット変換装置の概略構成を示している。なお、この図7の構成において、前記図6と同じ構成要素には図6と同一

(7)

12

の指示符号を付している。また、図7中の点線にて示す高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0051】ここで、アップサンプラ9で2倍にアップサンプルされた後のレベル3の合成用ローパスフィルタ（合成フィルタ）10から出力される信号113は、既に述べた説明から原画像の4分の1の縮小画像に相当することが容易にわかる。同様に、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号114は、原画像の2分の1の縮小画像に相当することがわかる。したがって、当該第1の実施の形態のウェーブレット復号化装置において、原画像の例えば4分の1の縮小画像を得るためには、合成用ローパスフィルタ10の出力信号を取り出せばよく、また、原画像の例えば2分の1の縮小画像を得るためには合成用ローパスフィルタ15の出力信号を取り出せばよいことがわかる。またこの場合、H信号112は、4分の1、2分の1の縮小画像の何れの復号化においても不要となる。このようなことから、当該第1の具体例では、原画像の2のべき乗分の1の縮小画像の復号画像信号115を生成する場合に、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成を省略している。

【0052】すなわち図7に示す第1の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の信号が帯域合成される。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0053】当該加算器13の出力信号は、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0054】また、LH信号111は、アップサンプラ16によって2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ハイパスフィルタ17にてフィルタリングされて加算器18に送られる。

【0055】加算器18では、合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17からの両者の信号を帯域合成する。ここまでの処理により、上記レベル2の逆変換が完了する。

【0056】この加算器18の出力信号は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0057】図7の構成では、当該合成用ローパスフィルタ20からの出力画像信号115が、当該第1の具体

13

例のウェーブレット復号化装置による2分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。

【0058】次に、本発明実施の形態の第2の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0059】当該第2の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化するための構成を図6の構成から省略（削除）すると共に、当該省略された側の高域成分の解像度を上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいか又は同値とし、また、最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0060】図8には、当該第2の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の3分の1の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図8の構成において、前記図7と同じ構成要素には図7と同一の指示符号を付している。また、図8中の点線にて示す各高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0061】ここで、前記第1の具体例で述べた様に、レベル3の合成用ローパスフィルタ10から出力される信号113は原画像の4分の1の縮小画像に相当し、また、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号114は原画像の2分の1の縮小画像に相当する。したがって、2分の1の縮小率 > 3分の1の縮小率 > 4分の1の縮小率であることを利用すれば、3分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度の画像を生成するためのH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度の画像を生成するためのLH信号111の帯域成分は不要となることが容易にわかる。

【0062】このようなことから、当該第2の具体例では、原画像の3分の1の縮小画像の復号画像信号118を生成するために、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル2での高域側の信号を復号化するための構成とを省略するとともに、最終段に3分の1のダウンサンプラ24を設けるようにしている。

【0063】すなわち図8に示す第2の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0064】当該加算器13の出力信号は、アップサン

(8)

14

プラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされ、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0065】この合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされた信号117は、ダウンサンプラ24にて3分の1にダウンサンプル（間引き）される。

【0066】当該第2の具体例では、上記ダウンサンプラ24からの出力信号118が、当該3分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。

【0067】この第2の具体例によれば、3分の1の縮小画像の復号画像を生成できるだけでなく、H信号112用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LH信号111用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタが不要になるので、計算量の削減が可能になると共に、回路構成の小型化が可能となる。

【0068】また、当該第2の具体例のウェーブレット復号化装置により得られる復号画像信号118は、前段の処理によって2分の1の解像度の高域成分と原画像と同じ解像度を持つ高域成分とが合成されていないので、エリアシングといったノイズが発生することが無い。

【0069】次に、本発明実施の形態の第3の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0070】当該第3の具体例においても、第2の具体例と同様に、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、解像度を縮小する際の当該縮小率に併せて、所定のレベルでの高域側の信号を復号化するための構成を図6の構成から省略すると共に、当該省略された側の高域成分の解像度を上記縮小率で与えられる解像度よりも小さいか又は同値とし、また、最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0071】図9には、当該第3の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の5分の1の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図9の構成において、前記図7及び図8と同じ構成要素には図7及び図8と同一の指示符号を付している。また、図9中の点線にて示す各高域側の経路は、図6に示した通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0072】ここで、前記第1の具体例で述べた様に、レベル3の合成用ローパスフィルタ10から出力される信号113は原画像の4分の1の縮小画像に相当し、レベル2の合成用ローパスフィルタ15から出力される信号120は原画像の2分の1の縮小画像に相当する。また、前記第2の具体例で述べたことから、4分の1の縮小率 > 5分の1の縮小率 > 8分の1の縮小率である

15

ことを利用すれば、5分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度の画像を生成するためのH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度の画像を生成するためのLH信号111の帯域成分と、4分の1の解像度の画像を生成するためのLLH信号110の帯域成分は不要となることが容易にわかる。

【0073】このようなことから、当該第3の具体例では、原画像の5分の1の縮小画像の復号画像信号122を生成するために、図6のようにレベル1での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル2での高域側の信号を復号化するための構成と、レベル3での高域側の信号を復号化するための構成を省略するとともに、最終段に5分の1のダウンサンプラ25を設けるようにしている。

【0074】すなわち図9に示す第3の具体例のウェーブレット逆変換部4において、LLL信号109は、アップサンプラ9によって2倍の解像度にアップサンプルされ、合成用ローパスフィルタ10によりフィルタリングされ、更にアップサンプラ14にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ15にてフィルタリングされる。

【0075】続いて、この合成用ローパスフィルタ15でのフィルタリング後の信号120は、更にアップサンプラ19にて2倍の解像度にアップサンプルされた後、合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされる。

【0076】この合成用ローパスフィルタ20にてフィルタリングされた信号121は、ダウンサンプラ25にて5分の1にダウンサンプル（間引き）される。

【0077】当該第3の具体例では、上記ダウンサンプラ25からの出力信号122が、当該5分の1の縮小画像の復号画像信号として出力されることになる。この第3の具体例によれば、5分の1の縮小画像の復号画像を生成できるだけでなく、H信号112用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LH信号111用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタ、LLH信号110用の2倍のアップサンプラ及び合成用ハイパスフィルタが不要になるので、計算量の削減が可能になると共に、回路構成の小型化が可能となる。

【0078】また、当該第3の具体例のウェーブレット復号化装置により得られる復号画像信号122は、前段の処理によって5分の1の解像度以上の解像度を持つ高域成分が合成されていないので、エリアシングといったノイズが発生することが無い。

【0079】次に、本発明実施の形態の第4の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0080】当該第4の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段にアップサンプラ及び合成フィルタを配置して解像度変換

(9)

16

画像を生成し、その後の最終段にダウンサンプラを配置して、復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにし、また、アップサンプラは解像度を縦方向または横方向を2倍に解像度を上げ、アップサンプラ及び合成フィルタは1組みとなされている。

【0081】図10には、当該第4の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において原画像の3分の2の縮小画像を復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図10の構成において、前記図6と同じ構成要素には図6と同一の指示符号を付している。また、図10中の点線にて示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられている経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置では省略された経路を表している。

【0082】この図10に示す第4の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンプラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、2倍の解像度の復号画像信号125となされる。この2倍の解像度の復号画像信号125は、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、復号画像信号126が得られる。

【0083】上記復号画像信号126は、最終段で3分の1のダウンサンプラ28で間引き処理される。これにより、3分の2の解像度の復号画像信号127が出力される。

【0084】なお、この第4の具体例において、ウェーブレット逆変換基本構成部35には、前記図6の構成に代えて、図7の構成を使用することも可能である。特に、縮小率が1に近いときには図6の構成からなるウェーブレット逆変換基本構成部35を使用するが、縮小率が1から離れ1/2に近いときには図7の構成を使用することが望ましい。

【0085】次に、本発明実施の形態の第5の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0086】当該第5の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段に所定の拡大率の合成画像を得るためのアップサンプラ及び合成フィルタを配置しており、アップサンプラでは解像度を縦方向又は横方向で解像度を2倍に上げるようにしている。

【0087】図11には、当該第5の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を2のべき乗に拡大して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図11の構成において、前記図10と同じ構成要素には図10と同一の指示符号を付している。また、図11中の点線にて示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられることになる経路であるが、本実施の形態のウェ

(10)

17

ープレット復号化装置には設けられない経路を表している。

【0088】この図11に示す第5の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンプラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、2倍の解像度の復号画像信号126が生成される。

【0089】上記復号画像信号126は、さらに2倍のアップサンプラ29によって2倍にアップサンプルされ、4倍の解像度の復号画像信号128となされる。この復号画像信号128は、さらに合成用ローパスフィルタ30においてフィルタリングされて、復号画像信号129が得られる。これにより、4倍の解像度の復号画像信号129が出力される。

【0090】なお、この図11では図示を省略しているが、上記復号画像信号129をさらにアップサンプラ及び合成フィルタに通せば、8倍の解像度の復号画像信号が得られることになり、また、この8倍の解像度の復号画像信号をさらにアップサンプラ及び合成フィルタに通せば、16倍の解像度の復号画像信号が得られることになる。このようにアップサンプラ及び合成フィルタを通す処理を繰り返せば2のべき乗倍に解像度を拡大した復号画像信号が順次得られることになる。合成フィルタは、全て同じ構成からなるものを使うことができ、ハードウェアで実現する場合は例えばパイプライン処理、時分割処理によって構成を簡略化でき、また、ソフトウェアで実現する場合は例えばフィルタ係数の共通化が可能となる。

【0091】この第5の具体例においては、図11に示した通り、低域側にのみアップサンプラ及び合成用ローパスフィルタを配置しているが、例えば図中の点線で示される経路の高域側の信号が何らかの手法で得られる場合には、当該高域側の信号に対してアップサンプルと合成用ハイパスフィルタの処理を施し、得られた信号を、前記低域側の信号と合成することで復号画像信号を生成するようなことも可能である。

【0092】また、当該第5の具体例においては、図11に示した通り、2倍のアップサンプラと合成用ローパスフィルタとを1組としてこれを多段構成としたが、第6の具体例として、例えば図12に示すように、目的とする解像度に一度に上げるためのアップサンプラ（図12の場合では4倍のアップサンプラ41）とそれに対応した合成用ローパスフィルタ42とを配置する構成を取ることでもできる。

【0093】すなわち この図12に示す第6の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、4倍のアップサンプラ41によって4

18

倍の解像度にアップサンプルされ、この画像信号133はさらに合成用ローパスフィルタ42においてフィルタリングされて、4倍の解像度の復号画像信号134が生成される。

【0094】なお、この第6の具体例のような構成は、当該4倍以外の解像度についても同様に構成できることは言うまでもない。

【0095】また、前記図10の合成用ローパスフィルタ27は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部3-5の構成要素である合成用ローパスフィルタと同じ特性のフィルタを用いている。他方、ウェーブレット逆変換基本構成部35以降の後段での処理は、解像度を拡大するフィルタリング処理であることに着目すれば、ウェーブレット逆変換基本構成部35内部での合成用ローパスフィルタよりも簡易（例えばタップ長が短い）なフィルタを配置することが可能である。この場合、ハードウェアコスト（H/Wコスト）を削減できるという効果がある。

【0096】次に、本発明実施の形態の第7の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0097】当該第7の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、前記ウェーブレット逆変換基本構成部35の後段にアップサンプラ及び合成フィルタを多段に構成して解像度を拡大した復号画像を生成し、さらに最終段にダウンサンプラを配置してその復号画像を間引いて最終的な復号画像を供するようにしている。

【0098】図13には、当該第7の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度をN分の8倍にして復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図13の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。また、図12中の点線で示す高域側の経路は、通常のウェーブレット復号化装置には設けられることになる経路であるが、本実施の形態のウェーブレット復号化装置には設けられない経路を表している。

【0099】この図13に示す第7の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、2倍のアップサンプラ26によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらに合成用ローパスフィルタ27においてフィルタリングされて、2倍の解像度の復号画像信号126が生成される。

【0100】上記復号画像信号126は、さらに2倍のアップサンプラ29によって2倍の解像度にアップサンプルされ、4倍の解像度の復号画像信号128となされる。この復号画像信号128は、さらに合成用ローパスフィルタ30においてフィルタリングされて、復号画像信号129が得られる。

【0101】上記復号画像信号129は、さらに2倍のアップサンプラ31によって2倍の解像度にアップサン

(11)

19

ブルされ、8倍の解像度の復号画像信号130となされる。この復号画像信号130は、さらに合成用ローパスフィルタ32においてフィルタリングされて、復号画像信号131が得られる。

【0102】上記復号画像信号131は、最終段でN分の1のダウンサンプラ33で間引き処理される。これにより、N分の8の解像度の復号画像信号132が出力される。

【0103】なお、この第7の具体例では、図13に示される通り、画像の低域側の信号経路にのみ、前記アップサンプラと合成用ローパスフィルタを配置しているが、一方で、図中点線で示される経路の高域側の信号が何らかの手法で得られる場合には、当該高域側の信号をアップサンプル及び合成用ハイパスフィルタに通す処理を行い、得られた高域側の信号を、前記低域側の信号と合成することで復号画像信号を生成することもできる。また、この処理を多段に構成することで所定の拡大画像が幾らでも生成することができる。

【0104】また、図13の各合成用ローパスフィルタは、ウェーブレット逆変換基本構成部35の構成要素である合成用ローパスフィルタと同じ特性のフィルタを用いている。他方、ウェーブレット逆変換基本構成部35以降の後段での処理は解像度を拡大するフィルタリング処理であることに着目すれば、ウェーブレット逆変換基本構成部35内部での合成用ローパスフィルタよりも簡易（例えばタップ長が短い）なフィルタを配置することが可能である。その場合、ハードウェアコストを削減できるという効果がある。

【0105】次に、本発明実施の形態の第8の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0106】当該第8の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0107】図14には、当該第8の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を3分の1倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図14の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。

【0108】ここで、当該第8の具体例と前記第2の具体例とでは、共に3分の1の縮小率を例に挙げているが、前述したように、第2の具体例では、2分の1の縮小率 $>$ 3分の1の縮小率 $>$ 4分の1の縮小率であることを利用して、3分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度を生成するH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度を生成するLH信号111の帯域成分を不要としている。

20

【0109】しかし、図15に示す周波数帯域図で明らかのように、前記第2の具体例の場合は、 $\pi/4$ の帯域しか用いていないため、本来 $\pi/3$ までの帯域を使って復元することが出来なく、 $\pi/3 - \pi/4 = \pi/12$ だけの帯域の損失（図15中の斜線部分）が生じてしまう。これは復号画像のシャープネスの損失として検知される。なお、図15は、前記LLL信号109、LLH信号110、LH信号111、H信号112の帯域分割特性を示したものである。本発明は、デジタル信号を対象としているので、図15において、横軸は0、 2π に近づくほど低域成分、 π に近づくほど高域成分を示していることになる。

【0110】このようなことから、当該第8の具体例では、この問題を克服すべく、2/3倍フィルタ部40を設け、損失を発生させない解像度変換を実現するようにしている。

【0111】すなわち、図14に示す第8の具体例のウェーブレット逆変換部4において、前記LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、レベル3の逆変換が完了する。

【0112】また、加算器13からの信号135とLH信号111は、それぞれアップサンプラ14、16によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ15と合成用ハイパスフィルタ17によりフィルタリングされた後、それら信号114、136が加算器18にて帯域合成される。ここまでの処理により、レベル2の逆変換が完了する。なお、当該加算器18から出力される信号137が持つ周波数帯域は、図15で示す様に $\pi/2$ に相当する。この加算器18から出力された信号137は、2/3倍フィルタ部40に送られる。

【0113】当該2/3倍フィルタ部40では、先ず、上記信号137をアップサンプラ43によって2倍の解像度にアップサンプルする。このアップサンプラ43にてアップサンプルされた信号138は、さらに3分の2倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ44にてフィルタリングされる。

【0114】このデジタルフィルタ44でのフィルタリングにより得られたフィルタ済み信号139は、その後、ダウンサンプラ45によって3分の1倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、このダウンサンプラ45の出力信号が3分の1倍の解像度に縮小された復号画像信号140として出力される。

【0115】次に、上記デジタルフィルタ44の具体的な構成及び動作について、以下に詳細に説明する。

【0116】ここで、通常、デジタルフィルタは、複

(12)

21

数個のフィルタ係数（インパルス応答）を持っている。これらの係数長をタップ長と言い、このフィルタ係数群で示されるものを伝達関数と呼ぶ。従って、一般にデジタルフィルタの特性を決定するのは、この伝達関数をどの様に決めるかである。しかし、本発明が目的とするデジタルフィルタでは、非整数を含む任意有理数倍の解像度変換を行うため、リンギングやチェス歪みといった雑音を発生する可能性がある。そのため、これを解決した形の伝達関数を設定する必要がある。

【0117】上記デジタルフィルタ44の伝達関数を *10

$$G_U(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (2)$$

$$G_D(z) = (1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(D-1)}) / D \quad (3)$$

以上により、逆変換後の信号137を、2/3倍フィルタ部40により3分の2倍に解像度変換することができる。

【0121】なお、第8の具体例では、3分の1の解像度変換倍率よりも大きく且つ最も近い倍率として2分の1の解像度で逆変換された画像を元にして、これを3分の2倍に解像度変換するようにしているが、完全な逆変換再構成画像である前記復号画像信号104を元にして、3分の1倍に解像度変換することも可能であることは自明である。ただし、通常は計算処理の省略化の点から言うと、解像度変換される前の逆変換画像は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きく且つ最も解像度変換倍率が近い倍率で逆変換されたものであることが望ましい。

【0122】また、第8の具体例の構成は、冗長性を除去した利点がある。これは、通常U/D倍の解像度変換をする場合、U倍の解像度の画像を一度生成し、これを中間画像としてさらに1/Dに解像度変換して最終的なU/D倍の画像を得るが、その場合、U倍の画像を記憶する広大なメモリが必要となるからである。しかし、当該第8の具体例では、U/D倍の解像度変換倍率に合わせたデジタルフィルタを用意することで、完全に冗長度が省略できている特徴がある。

【0123】次に、本発明実施の形態の第9の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0124】当該第9の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0125】図16には、当該第9の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を5分の1倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図16の構成において、前記各図と同じ構成要素には各図と同一の指示符号を付している。

【0126】ここで、当該第9の具体例と前記第3の具

22

* G(z)とし、これがアップサンプル用の伝達関数をG_U(z)とダウンサンプル用の伝達関数をG_D(z)とから下記式(1)のように表されるとする。

【0118】

$$G(z) = G_U(z) \times G_D(z) \quad (1)$$

この式(1)の形式にするのは、解像度変換倍率がU/D倍であるとして、U<Dの場合である。

【0119】次に、式(1)の各構成である各伝達関数は下記式(2)、式(3)で与えられる。

【0120】

$$(2)$$

$$(3)$$

体例とでは、共に5分の1の縮小率を例に挙げているが、前述したように、第3の具体例では、4分の1の縮小率 > 5分の1の縮小率 > 8分の1の縮小率であることを利用して、5分の1の帯域成分しか必要無い場合には、原画像と同じ解像度を生成するH信号112の帯域成分と、2分の1の解像度を生成するLH信号111の帯域成分と、4分の1の解像度を生成するLLH信号110の帯域成分を不要として省略している。

20

【0127】しかし、図17の周波数帯域図で明らかのように、前記第3の具体例の場合は、 $\pi/8$ の帯域しか用いていないため、本来 $\pi/5$ までの帯域を使って復元することが出来なく、 $\pi/5 - \pi/8 = 3\pi/40$ だけの帯域の損失（図17中の斜線部分）が生じてしまう。これは復号画像のシャープネスの損失として検知される。

【0128】このようなことから、当該第9の具体例では、この問題を克服すべく、4/5倍フィルタ部49を設け、損失を発生させない解像度変換を実現するようにしている。

【0129】すなわち、図16に示す第9の具体例のウェーブレット逆変換部4において、前記LLL信号109及びLLH信号110は、それぞれアップサンプラ9、11によって2倍の解像度にアップサンプルされ、さらにそれぞれ対応する合成用ローパスフィルタ10と合成用ハイパスフィルタ12によりフィルタリングされた後、加算器13にて両者の帯域合成がなされる。ここまでの処理により、4分の1の解像度に相当する信号135が生成される。なお、当該加算器13から出力される信号135が持つ周波数帯域は、図17で示す様に $\pi/4$ に相当する。この加算器13から出力された信号135は、4/5倍フィルタ部49に送られる。

【0130】当該4/5倍フィルタ部49では、先ず、上記信号135をアップサンプラ46によって4倍の解像度にアップサンプルする。このアップサンプラ46にてアップサンプルされた信号141は、さらに5分の4倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ47にてフィルタリングされる。

【0131】このデジタルフィルタ47でのフィルタ

50

(13)

23

リングにより得られたフィルタ済み信号142は、その後、ダウンサンプラ48によって5分の1倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、このダウンサンプラ48の出力が5分の4倍の解像度に縮小された復号画像信号143として出力される。

【0132】なお、上記デジタルフィルタ47の伝達関数は、前述した式（1）、式（2）、式（3）に従って計算すれば良い。但し、この第9の具体例の場合は、 $U=4$ 、 $D=5$ で $U<D$ である。

【0133】次に、本発明実施の形態の第10の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

【0134】当該第10の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0135】図18には、当該第10の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を3分の2倍に縮小して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図18の構成において、前記各図と同じ構成要素にはそれぞれ同一の指示符号を付している。

【0136】この図18に示す第10の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、前記図14の場合と同じ構成の2/3倍フィルタ部40に送られる。

【0137】当該2/3倍フィルタ部40では、上記ウェーブレット逆変換基本構成部35にて最後まで逆変換再構成された復号画像信号104をアップサンプラ43によって2倍の解像度にアップサンプルし、そのアップサンプル信号144をさらに3分の2倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ44にてフィルタリングする。その後、このデジタルフィルタ44からのフィルタ済み信号145は、ダウンサンプラ45によって3分の1倍の解像度にダウンサンプル（間引き）され、3分の2倍の解像度に縮小された復号画像信号146として出力される。

【0138】次に、本発明実施の形態の第11の具体例のウェーブレット復号化装置について説明する。

$$G_U(z) = 1 + z^{-1} + z^{-2} + z^{-3} + \dots + z^{-(U-1)} \quad (5)$$

$$G_U(z^{-1}) = 1 + z + z^2 + z^3 + \dots + z^{(U-1)} \quad (6)$$

式（4）の結果は結局、直線補間を意味している。なぜならば、例えば $U=2$ の場合には、

$$G(z) = (1+z)(1+z^{-1})/2 = (z+2+z^{-1})/2$$

となり、これはフィルタの次数が3次で、係数が $(1/2, 1, 1/2)$ であるから明らかに直線補間であることを示している。 U が2以外でも同様の結果になること

24

* 【0139】当該第11の具体例の場合、図1に示したウェーブレット復号化装置のウェーブレット逆変換部4は、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタ、ダウンサンプラ、アップサンプラの何れか又は複数個の組み合わせによって解像度変換するようにしている。

【0140】図19には、当該第11の具体例として、図1のウェーブレット復号化装置において解像度を3分の5倍に拡大して復号化する場合の、ウェーブレット逆変換部4の概略構成を示す。なお、この図19の構成において、前記各図と同じ構成要素にはそれぞれ同一の指示符号を付している。

【0141】この図19に示す第11の具体例のウェーブレット逆変換部4において、ウェーブレット逆変換基本構成部35から出力された逆変換後の復号画像信号104は、5/3倍フィルタ部50に送られる。

【0142】当該5/3倍フィルタ部50では、上記ウェーブレット逆変換基本構成部35にて最後まで逆変換再構成された復号画像信号104をアップサンプラ52によって5倍の解像度にアップサンプルし、そのアップサンプル信号147をさらに3分の5倍の解像度変換に対応したデジタルフィルタ53にてフィルタリングする。その後、このデジタルフィルタ53からのフィルタ済み信号148は、ダウンサンプラ54によって3分の1倍の解像度にダウンサンプル（間引き）される。これにより、3分の5倍の解像度に拡大された復号画像信号149が生成されることになる。

【0143】ここで、当該第11の具体例にて使用するデジタルフィルタ53の伝達関数について説明する。

【0144】この第11の具体例の場合、 $U>D$ であるので、デジタルフィルタ53の伝達関数としては、前記第8の具体例で述べた式（2）、式（3）の伝達関数を用いることはできない。従って、当該第11の具体例では、例えば下記の式（4）の構成を取るようにしている。これは、画素繰り返し（零次ホールドとも呼ぶ）の伝達関数の乗算で表されることを意味している。

【0145】

$$G(z) = G_U(z) \times G_U(z^{-1}) / U \quad (4)$$

但し、 $G_U(z)$ は以下の式（5）、式（6）で表される。

【0146】

は自明である。

【0147】上述したように、本発明実施の形態においては、復号化器（デコーダ）でウェーブレット逆変換を行う過程において生成される帯域分割された画像を、任意有理数の解像度でデコードすることが可能である。言い換えると、本実施の形態によれば、従来は2のべき乗でしか実現されていなかった解像度変換を伴うウェーブ

(14)

25

レット復号化を実現することが可能である。したがって、端末側の制約条件に左右されることが無く、その結果として当該任意有理数の解像度変換された画像を例えば電子スチルカメラやプリンタ等に記憶・表示でき、各種の製品への使用用途を大幅に広げることが可能である。

【0148】ここで、例えば縮小の場合には、縮小率で与えられる以下の高域成分を復号化のプロセスから省略することにより、計算量を削減することが可能である。従って、ハードウェア化した際のコスト減につながる。さらに、高域のシャットアウトによりエリアシングの発生を防止することができるので、高画質な復号画像を得ることもできるという効果がある。

【0149】一方、拡大の場合には、ウェーブレット逆変換基本構成部を設け、その後段に所定の解像度変換率に応じて、アップサンブラ及び合成用ローパスフィルタ及びダウンサンブラを配置することで解像度変換を伴うウェーブレット復号化を実現することができる。また、該ウェーブレット逆変換基本構成部よりも簡易な合成用ローパスフィルタを配置することで、復号画像の画質を維持しながら、計算コスト並びにハードウェアコストを削減する効果もある。

【0150】また、本発明の全ての実施の形態に共通している事項として、ウェーブレット符号化装置側には一切制約条件が無いことである。従って、通常の最も一般的なウェーブレット変換及びウェーブレット符号化装置で生成された符号化ビットストリームを入力して、任意有理数の解像度変換を伴うウェーブレット復号画像を得ることができるという効果もある。

【0151】また、本実施の形態によれば、目的とする解像度よりも大きい所定のレベル数までのウェーブレット逆変換を行って復号された画像を元に、これにアップサンブラ、デジタルフィルタ、ダウンサンブラの各構成部位による処理を加えて、所定の解像度変換画像を生成するので、冗長度が省略されているため、ハードウェア規模または計算量が削減できるという効果がある。

【0152】

【発明の効果】本発明のウェーブレット復号化装置及び方法においては、ウェーブレット逆変換の際に、所定の解像度変換倍率に応じてアップサンプリング、ダウンサンプリング、合成フィルタリングを適応的に行うようにしたこと、また、ウェーブレット逆変換の後段で所定の拡大率の合成画像が得られるまでアップサンプリング及び合成フィルタリングを行うようにしたこと、また、ウェーブレット逆変換の際に、所定の解像度変換倍率によって得られる画像よりも大きい解像度の逆変換画像を、デジタルフィルタリング、ダウンサンプリング、アップサンプリングのいずれかまたは複数の組み合わせによって解像度変換するようにしたことにより、変換方式にウェーブレット変換を用いて圧縮符号化がなされた画像

26

信号を、端末側の制約条件に左右されることが無く、任意有理数の解像度でデコード（復号化）可能とし、その結果として、例えば電子スチルカメラやプリンタ等で多用されるいわゆるサムネイル画像や原画像を解像度変換した画像（縮小又は拡大した画像）の記憶・表示を効率的に行えるようにし、各種の製品への使用用途を大幅に広げることが可能となっている。

【0153】すなわち本発明によれば、必要に応じて画像メモリ内に記憶された帯域画像をサムネイル画像または縮小画像として画面表示できるので、帯域分割画像を生成する過程と符号化を行う過程とを共通化することで、処理の効率化が実現できるという効果がある。従って、特別に、サムネイル画像等を生成する回路が必要無いので、ハードウェア規模の削減という効果もある。さらに、例えば外部記憶媒体を本発明装置に付加して、これに符号化ビットストリームを記憶・保持させることにより、多くの画像の符号化ビットストリームを該外部記憶媒体に記憶・保持させることができる。また、常にサムネイル画像または縮小画像を画像メモリに記憶・保持させておく必要がないので、見たいサムネイル画像または縮小画像の符号化ビットストリームを、外部記憶媒体から随時読み出して、復号化して画面表示すれば良いので、使用効率が向上する効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置の全体構成を示すブロック回路図である。

【図2】本発明実施の形態のウェーブレット復号化装置に対応するウェーブレット符号化装置の全体構成を示すブロック回路図である。

【図3】通常のウェーブレット変換部の基本構成（レベル3まで）を示すブロック回路図である。

【図4】2次元画像の帯域分割（分割レベル＝2）を示す図である。

【図5】実際の画像に対して帯域分割（分割レベル＝2）した場合の各帯域画像を示す図である。

【図6】通常のウェーブレット逆変換部の基本構成（レベル3まで）を示すブロック回路図である。

【図7】第1の具体例として、2のべき乗分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図8】第2の具体例として、3分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図9】第3の具体例として、5分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図10】第4の具体例として、3分の2倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図11】第5の具体例として、2のべき乗倍の解像度

(15)

27

変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図12】第6の具体例として、4倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成例を示すブロック回路図である。

【図13】第7の具体例として、N分の8倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図14】第8の具体例として、3分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図15】第2の具体例の場合の周波数帯域を示す図である。

【図16】第9の具体例として、5分の1倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

【図17】第3の具体例の場合の周波数帯域を示す図である。

【図18】第10の具体例として、3分の2倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

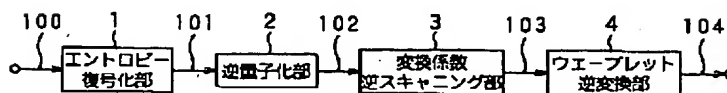
【図19】第11の具体例として、3分の5倍の解像度変換を伴うウェーブレット逆変換部の構成を示すブロック回路図である。

28

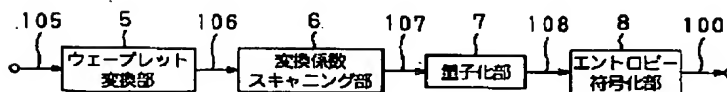
【符号の説明】

1 エントロピー復号化部、 2 逆量子化部、 3 変換係数逆スキャニング部、 4 ウェーブレット逆変換部、 5 ウェーブレット変換部、 6 変換係数スキャニング部、 7 量子化部、 8 エントロピー符号化部、 9, 11, 14, 16, 19, 21, 26, 29, 31, 43 2倍のアップサンプラ、 10, 15, 20, 27, 30, 32, 42 合成用ローパスフィルタ、 12, 17, 22 合成用ハイパスフィルタ、 13, 18, 23 加算器、 81, 85, 89 分析用ローパスフィルタ、 82, 86, 90 分析用ハイパスフィルタ、 35 ウェーブレット逆変換基本構成部、 83, 84, 87, 88, 91, 92 2分の1倍のダウンサンプラ、 24, 28, 45, 54 3分の1倍のダウンサンプラ、 25, 48 5分の1倍のダウンサンプラ、 33 N分の1倍のダウンサンプラ、 41, 46 4倍のアップサンプラ、 40 2/3倍フィルタ部、 44 2/3倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 49 4/5倍フィルタ部、 47 4/5倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 50 5/3倍フィルタ部、 53 5/3倍の解像度変換に合わせたデジタルフィルタ、 52 5倍のアップサンプラ。

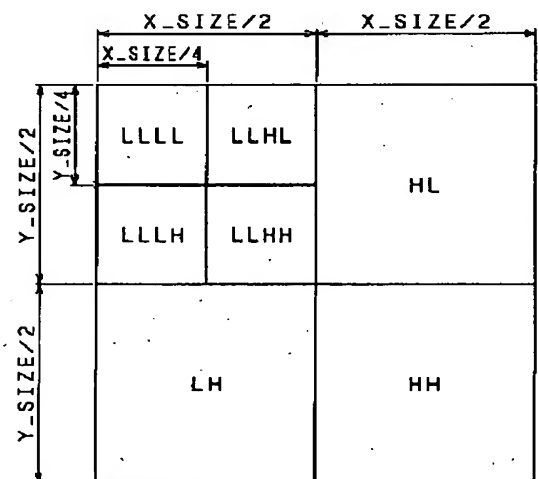
【図1】



【図2】



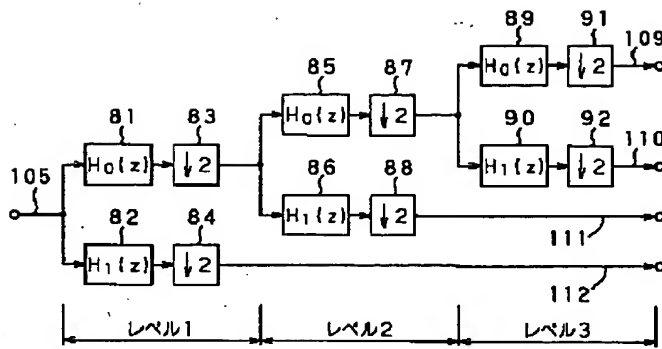
【図4】



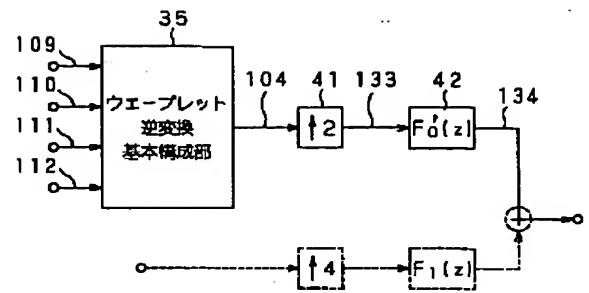
分割レベル=2
(H:高域、L:低域)

(16)

【図3】



【図12】

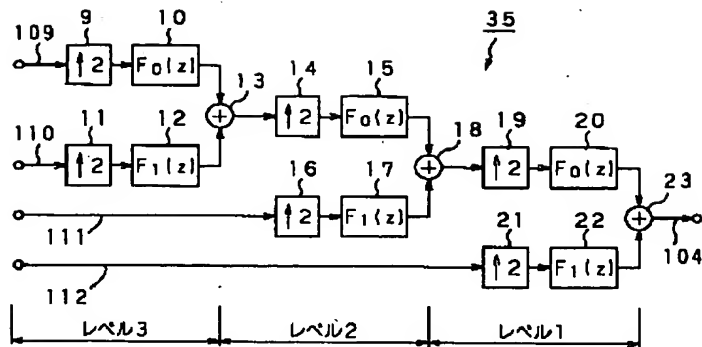


【図5】

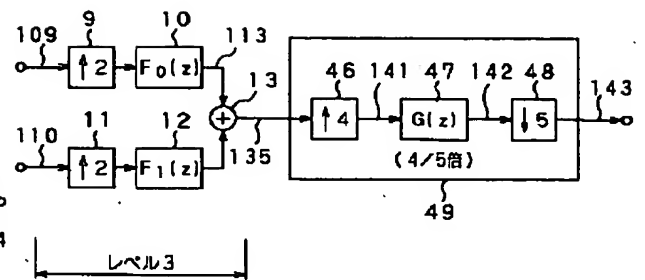


(17)

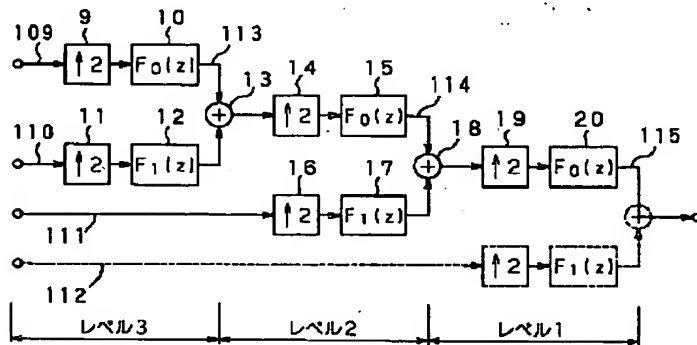
【図6】



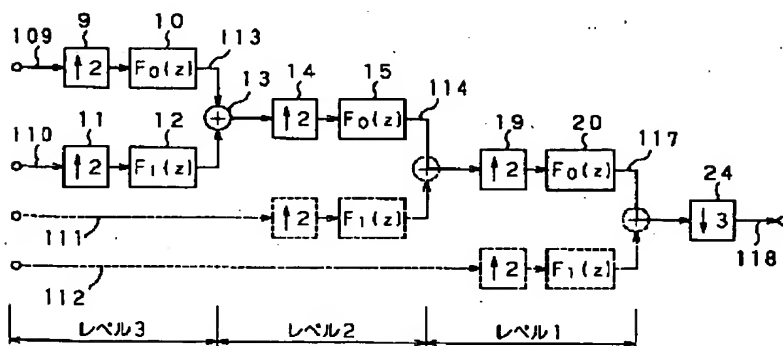
【図16】



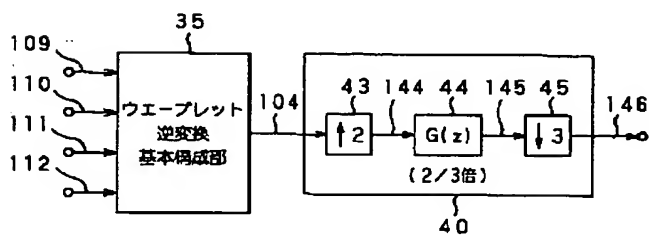
【図7】



【図8】

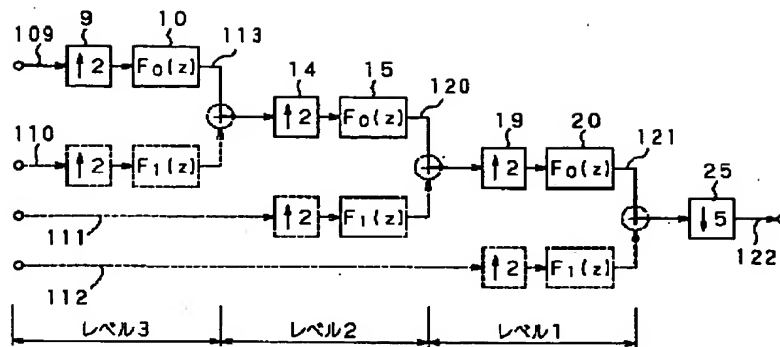


【図18】

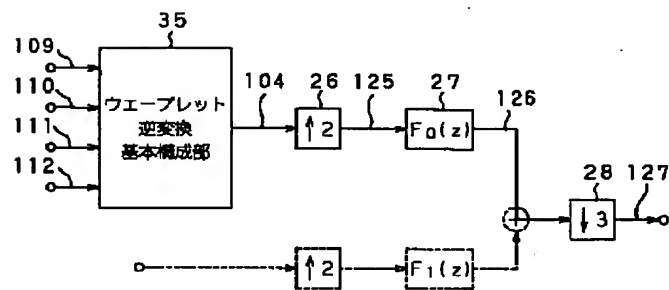


(18)

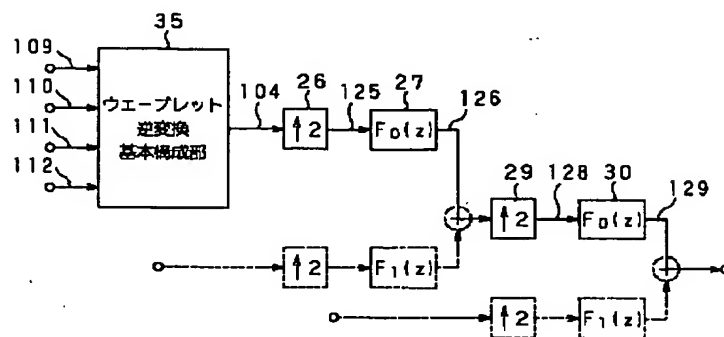
【図9】



【図10】

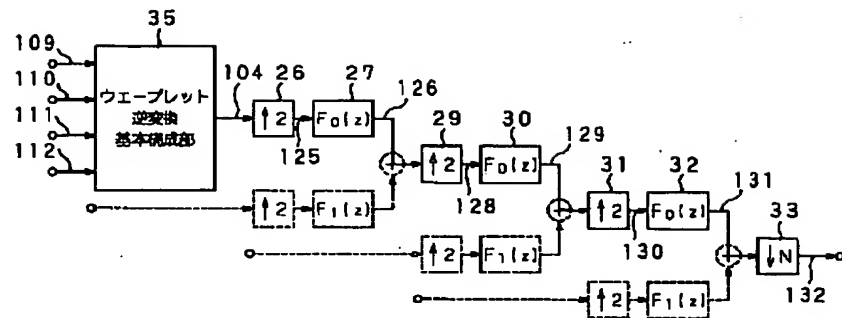


【図11】

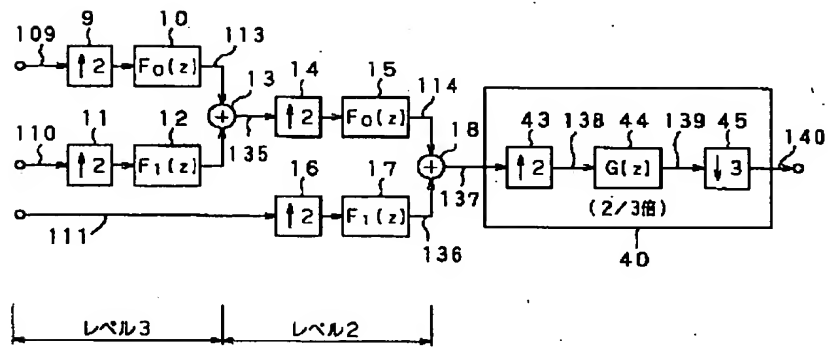


(19)

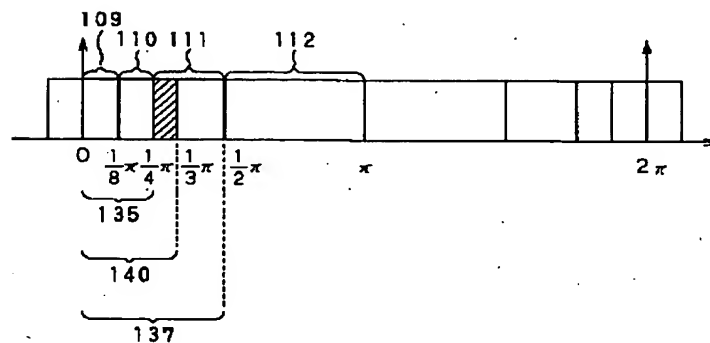
【図 13】



【図 14】

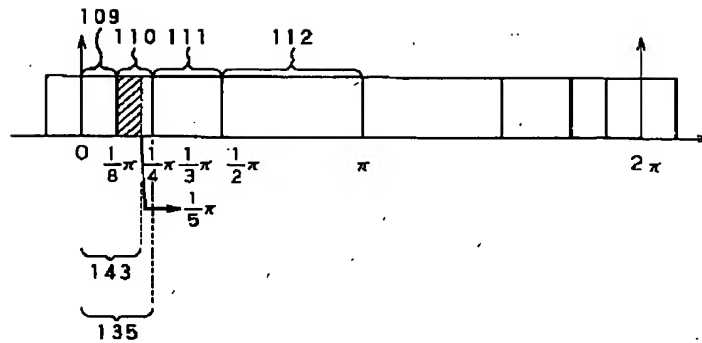


【図 15】

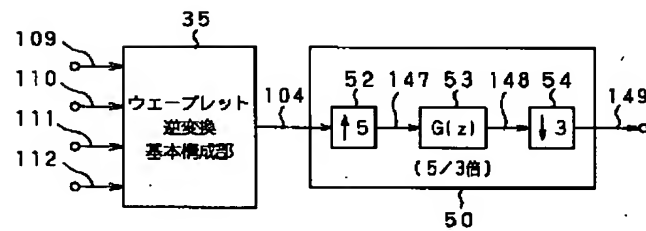


(20)

【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 福原 隆浩
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 木村 青司
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 貴家 仁志
東京都八王子市南大沢1-1 東京都立大
学工学部電子情報工学科内

Fターム(参考) 5C059 KK03 KK41 LB05 LB11 MA24
MC01 MC14 MC22 ME02 ME11
SS06 SS11 UA02 UA05 UA12
UA14
5C078 BA53 CA14 DA00 DA02 DB04
DB05
5J064 AA02 BA09 BA16 BC12 BC15
BC16 BD02 BD03